

光谱共焦传感器参数含义说明

V0.1.0.1

通信相关

一. IP地址设置

控制器及计算机IP地址设置



控制器与计算机通信方式：点对点通信。

控制器与计算机通信成功的条件：计算机明确控制器IP地址及端口，同时，计算机实际的IP地址与端口与控制器存储的计算机IP地址与端口一致。

控制器中存储的以太网通信参数：

- 控制器IP地址
- 控制器通信端口，固定为8000
- 控制器子网掩码，通常为255.255.255.0
- 控制器网关，通常前三段号码与IP地址一致，最后一段号码为1
- 主机IP地址，前三段号码应与控制器IP地址一致，仅最后一段号码可配置
- 主机通信端口

控制器中存储的默认以太网通信参数如下：

- 控制器IP地址: 192.168.0.10
- 控制器通信端口: 8000
- 控制器子网掩码: 255.255.255.0
- 控制器网关: 192.168.0.1
- 主机IP地址: 192.168.0.20
- 主机通信端口: 8001

注意

用户如果忘记控制器中存储的以太网通信参数，可通过USB连接后，在上位机软件通信参数界面查看。

通过以太网通信失败的常见情况



图 1、计算机打算进行通信的控制器IP地址与控制器实际地址不一致

如图1所示，计算机打算进行通信的控制器IP地址为192.168.0.10:8000，但控制器实际地址为：192.168.0.11:8000，此时计算机向控制器发送的报文，控制器无法收到，通信便会失败。该情况的解决方法为，通过USB连接，查看控制器实际的IP地址，然后在选择以太网通信时设置目的地址为控制器实际的IP地址。



图 2、控制器打算进行通信的计算机IP地址与计算机实际地址不一致

如图2所示，控制器中存储的计算机IP地址192.168.0.20:8001，控制器回复计算机报文时，便会向192.168.0.20:8001回复，而计算机实际地址为10.0.0.66:8001，无法接收到控制器回复的报文，通信便会失败。该情况的解决方法包括：

- 通过USB连接，将控制器中存储的计算机IP地址更改为当前计算机IP地址
- 计算机在适配器设置中手动更改IP地址为控制器中存储的计算机IP地址，通信成功后，再更改将控制器中存储的计算机IP地址更改为用户实际使用的IP地址。在图2的情况下，即先将计算机IP地址改为：192.168.0.20:8001，通信成功后，在上位机软件中将控制器中存储的计算机IP地址为10.0.0.66:8001，写入Flash后重启控制器，再将计算机IP地址改为原来的10.0.0.66:8001进行通信。

光谱图像

一. 曝光配置

二. 暗校准

三. 峰检测

四. 峰选择

五. 量程像素起终点

曝光配置

曝光配置的作用：通过设置曝光模式、曝光时间、目标曝光值，使被测物回光在图像传感器中形成的峰值能达到理想高度，从而与图像噪声明显区分开来。

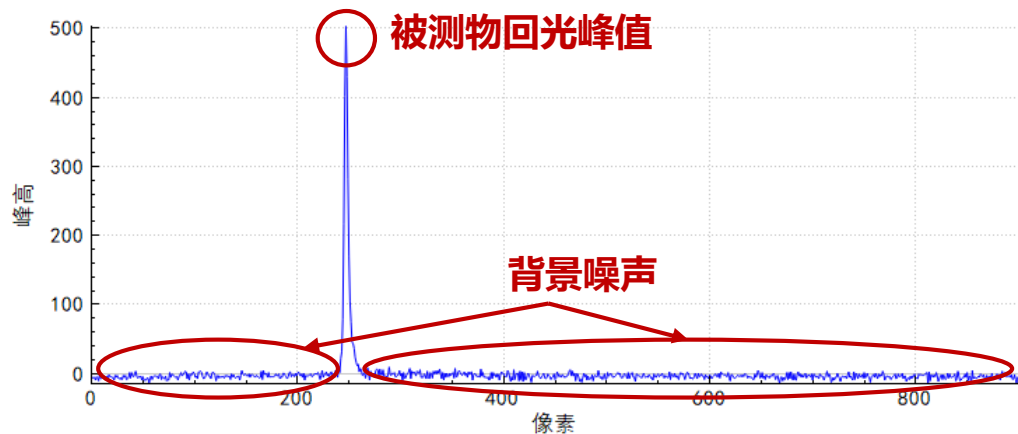


图 1、手动调整曝光时间使被测回光峰值与噪声区分开

曝光模式：包含自动曝光和手动曝光两种模式，手动曝光时，曝光时间固定，自动曝光时，曝光时间根据目标曝光值进行调整。

曝光时间：即为手动曝光时固定的曝光时间，可设置的范围为0-5000us，测量不同反光特定的物体时，固定的曝光时间所得原始图像峰高度会不同。

注意

1. 设备需要在采样间隔内完成数据的采集，因此曝光时间须小于采样间隔，采样间隔与曝光时间满足关系 $T_s = T_e + T_p$ ，其中 T_s 为采样间隔， T_e 为曝光时间， T_p 为数据处理反应时间。
2. 曝光模式为自动曝光时，设备会根据目标曝光值（见下页）自动调整曝光时间，曝光时间无效。

曝光配置

目标曝光值：即为自动曝光时希望校准后的原始图像最大峰高度所能达到的值，设备通过自动调整曝光时间，使校准后的原始图像最大峰高度位于目标曝光值附近。

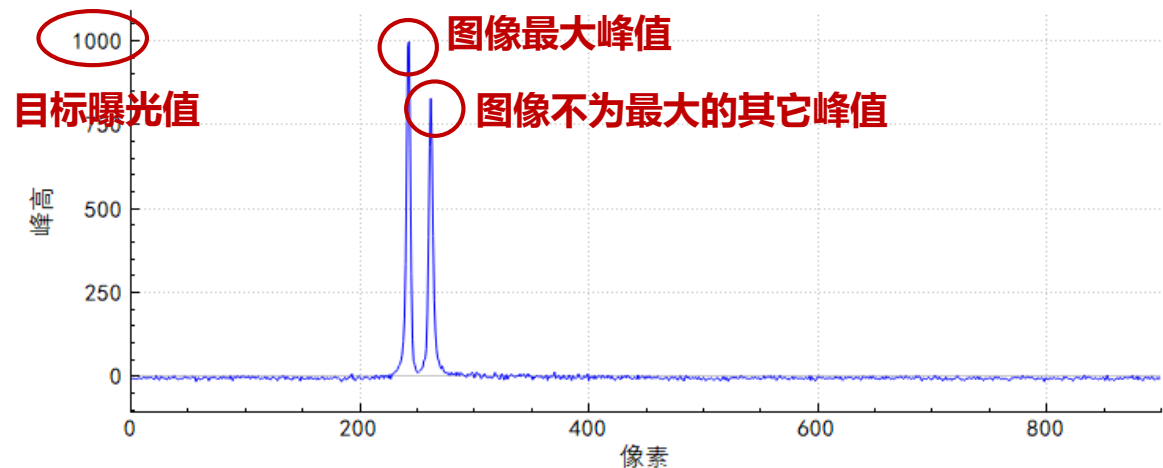


图 1、调整曝光时间使图像最大峰值位于目标曝光值附近

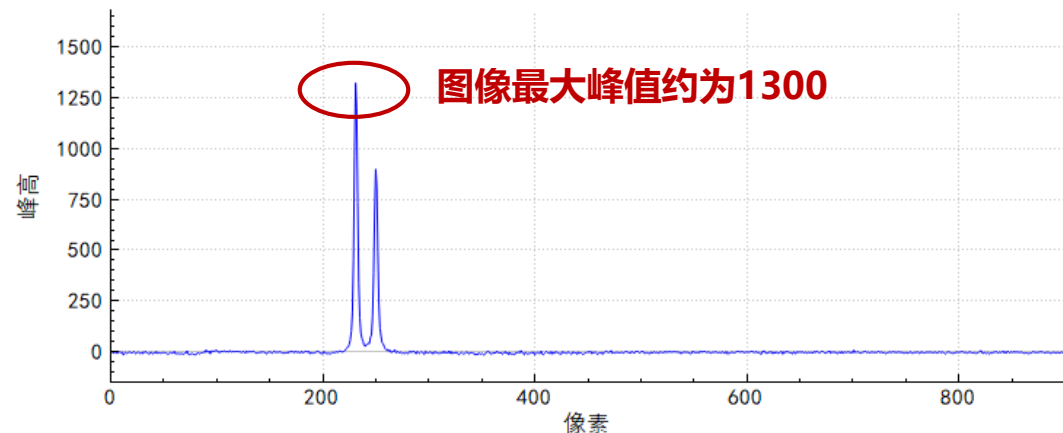


图 2、采样间隔100us，目标曝光值为3000时的图像

注意

自动曝光时曝光时间所能调整的上限也小于采样间隔，如果调整图像最大峰值到目标曝光值所需要曝光时间大于采样间隔，则无法调整到目标曝光值。如图2所示，使图像最大峰值达到3000的曝光时间约为210us，而曝光时间所能调整的上限小于100us，因此图像最大峰值只能调整到1300左右。

建议

为了适应不同表面特性的被测物，建议使用自动曝光模式，同时目标曝光值设置为4000。

暗校准

暗校准的必要性：光源从光谱控制器发出，经光纤传输到探头，由探头聚焦到被测物表面，焦点波长的光再由光纤返回。部分光源光线会从光纤直接返回，造成背景干扰。需要通过暗校准，获取没有被测物时的背景，再从有被测物时的图像中扣除该信号，消除背景光影响。

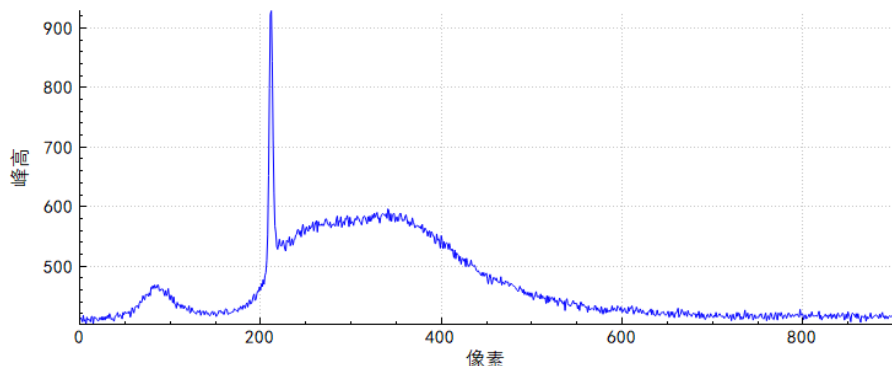


图 1、未消除背景光时的原始图像

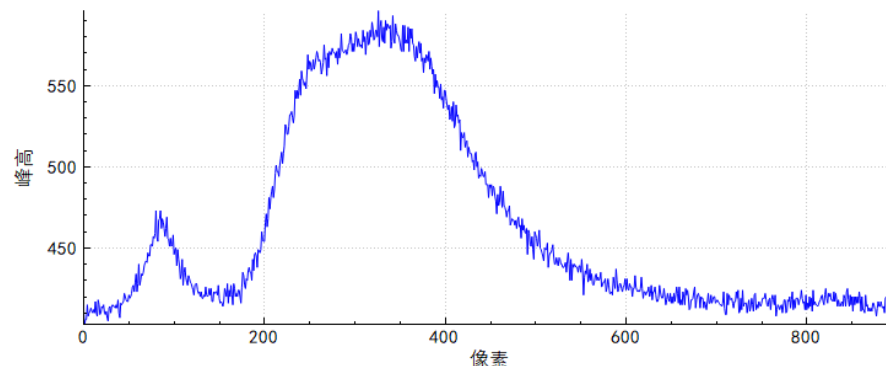


图 2、背景干扰

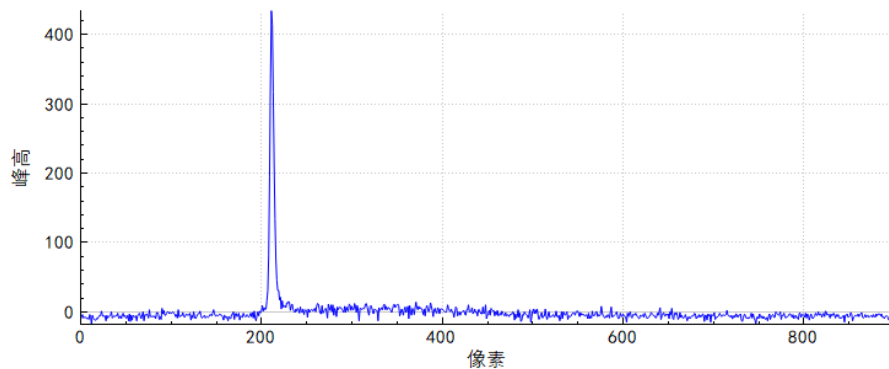


图 3、通过暗校准消除背景光后的原始图像

暗校准没有正确执行，可能会出现以下问题：

- 在量程外仍有无效数据出现
- 测量结果的跳动增加
- 测量低反射物体时，无法获取到稳定有效的读数

暗校准

获取有效的暗校准信号的方法

1. 清洁光纤：光纤纤芯只有数十微米直径，比发丝还细，在安装和取用时容易沾染灰尘和油脂，污物会反射光线，使得背景光大大增加，在连接前应当充分清洁光纤探头端。
2. 插牢光纤：确保光纤安装到位，否则光纤连接处会有反射，造成背景上升。
3. 用深色物体遮住探头，避免环境光干扰。如果环境没有强光干扰，仅将被测物移到远离探头量程的地方也是可以的。
4. 执行暗校准，如果校准效果不佳，考虑检查1、2、3步。
5. 温度发生显著变化时，光源亮度会有轻微变化，温度变化在10°C以上时，建议重新进行暗校准。

需要执行暗校准的场景

1. 系统重新连接过
2. 温度变化10°C以上
3. 图像明显有异常跳动起伏

峰检测

峰检测参数作用：以峰高度阈值、峰锐度阈值、峰检测间隔为筛选条件，从原始光斑图像中筛选出满足条件的峰值，筛选出的峰位置将在后续数据处理中转换为实际测量数据。

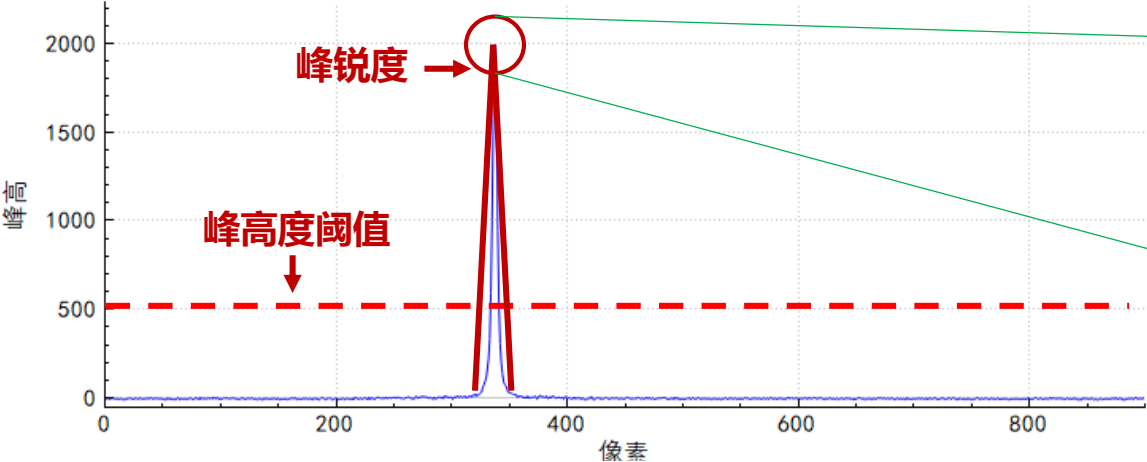


图 1、峰高度阈值含义

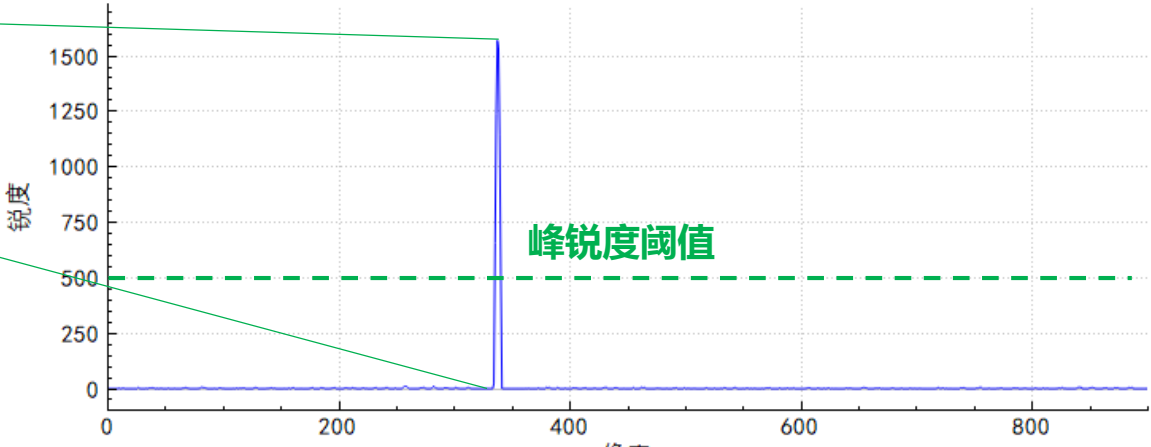


图 2、峰锐度阈值含义

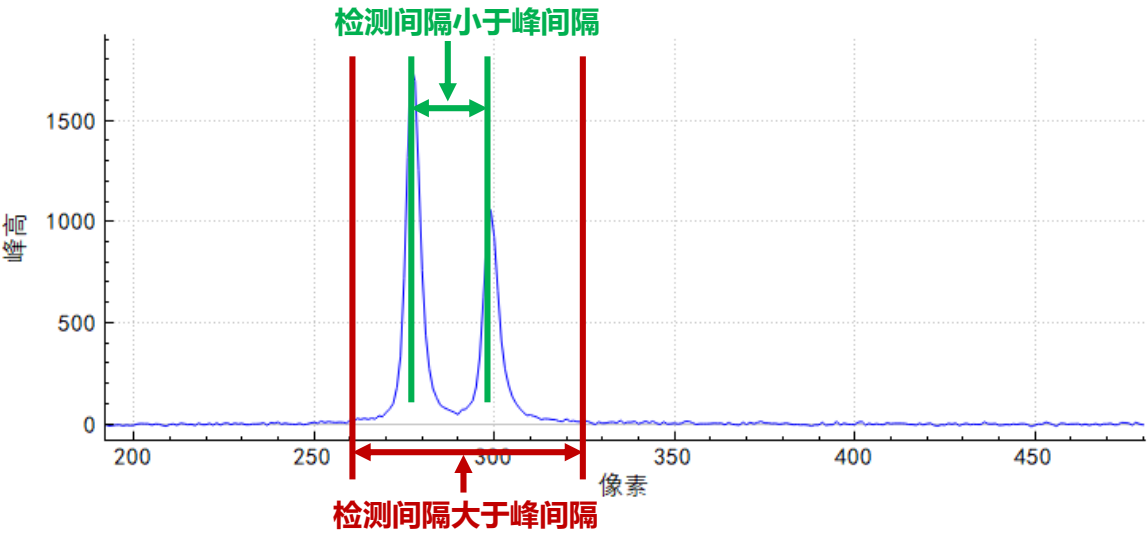


图 3、峰检测间隔含义

峰高度阈值：当上传图像类型为校准图像时，图像中高于高度阈值的峰会被选择，如图1所示。

峰锐度阈值：峰锐度代表图像的变化剧烈程度，当上传图像类型为锐度图像时，图像中高于锐度阈值的峰会被选择，如图2所示。

峰检测间隔：位于检测间隔内的峰，只有最大的峰会被判定为有效峰，如图3所示，当检测间隔大于实际峰间隔时，只有左侧的峰会被判定为有效峰，检测间隔小于实际峰间隔时，两个峰都会被判断为有效峰。

峰检测参数设置时的注意事项

1、实际测量时的高度可能不是完全稳定的，因此应该留有足够的余量。如图1所示，当峰高阈值在与实际峰高度接近时，实际峰高度可能时而大于时而小于峰高度阈值，导致测量数据时而有效时而无效；当峰高阈值与实际峰高度留有足够余量时，实际峰高度的跳动不会影响峰检测，如图2所示。

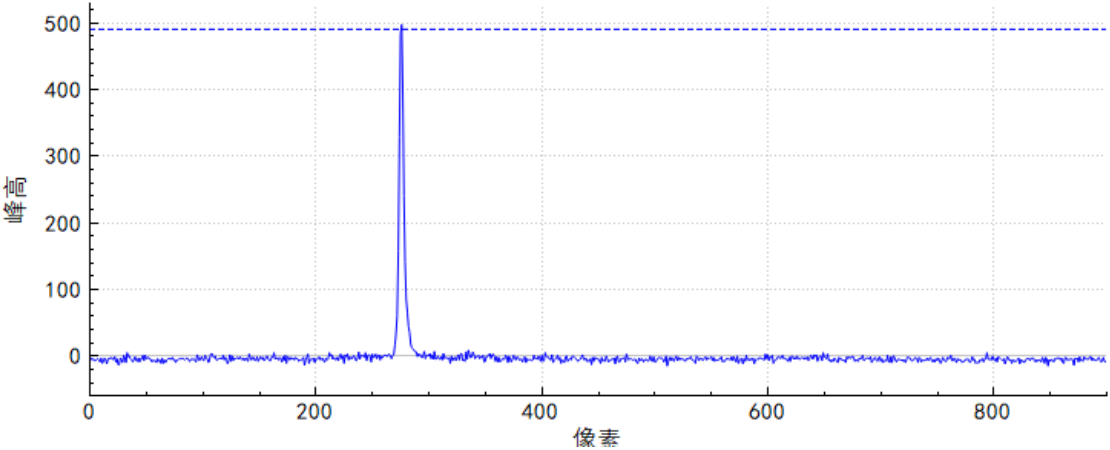


图 1、峰高度阈值与实际峰高度接近

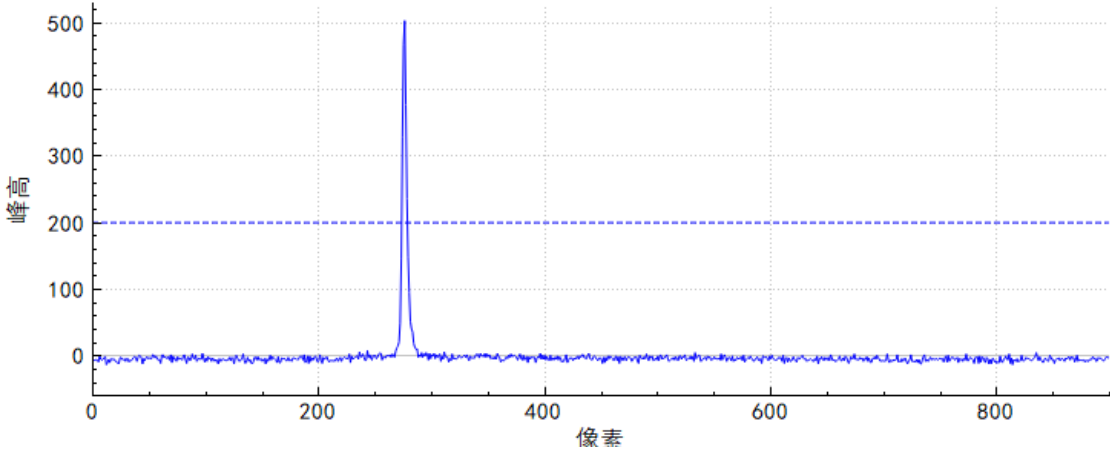


图 2、峰高度阈值与实际峰高度之间留有足够余量

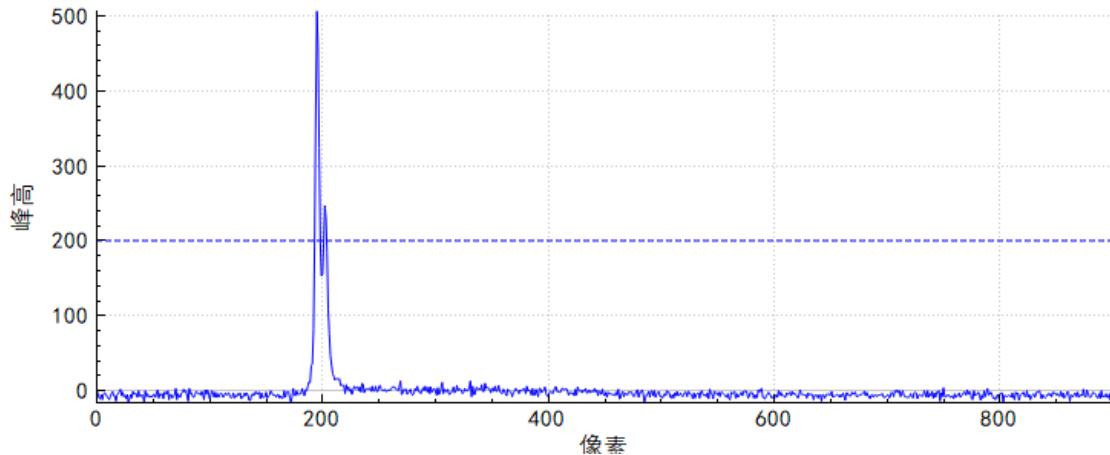


图 3、测量薄膜时两个峰非常接近的情况

2、峰检测时仅会将检测间隔内最大峰值，判定为有效峰，而其它峰值将被过滤，如图3所示，如果测量薄膜时上下表面两个峰非常接近，应选择较小的检测间隔，使薄膜上下的峰都能被检测到。

峰选择

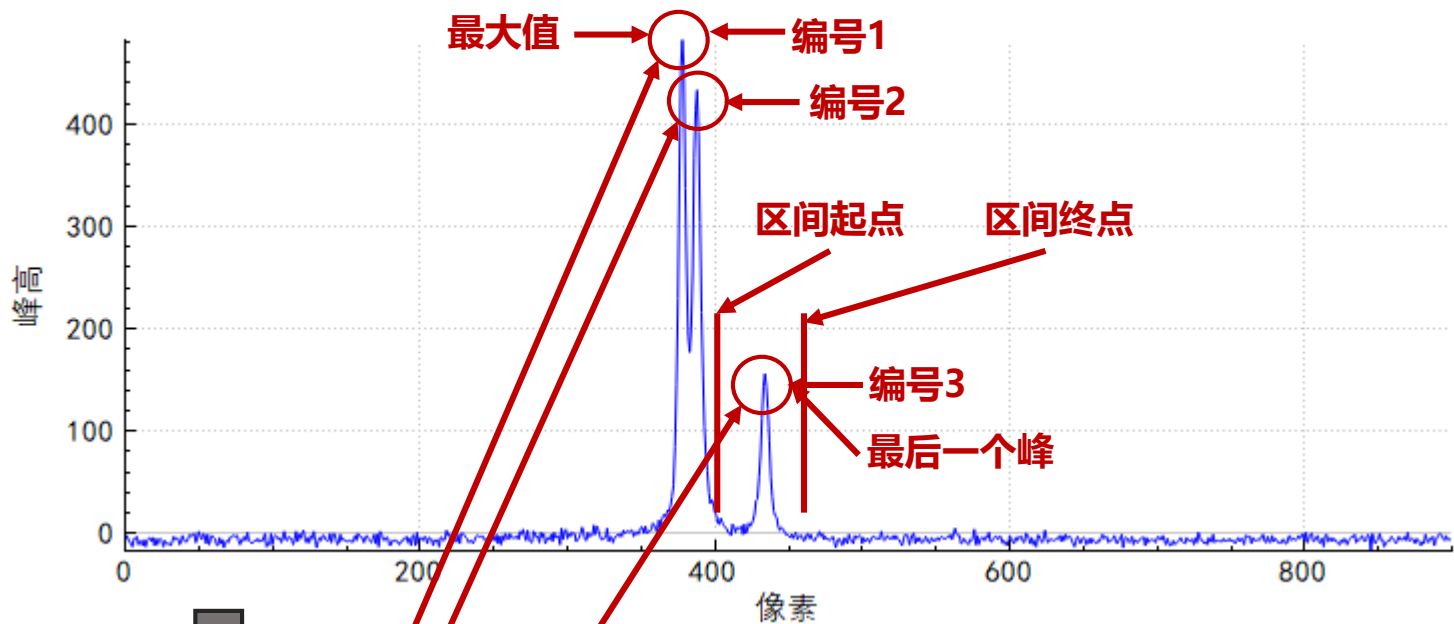


图 1、峰选择参数含义

峰选择模式	含义
编号	将峰检测筛选得的有效峰从左到右进行编号，选择特定编号的峰，如图1所示，可选择的峰编号有1、2、3，可选择峰1编号为1、峰2编号为2，也可选择峰1编号为2、峰2编号为3。
区间	选择位于特定像素区间的峰，如图1所示，编号3的峰便位于竖线所示的区间起点与终点内。
最大值	选择峰值最大的峰，如图1所示，最大值所选择的峰为编号1。
最后一个峰	整个量程范围内最右侧的峰，如图1所示，最后一个峰为编号3。

峰选择参数作用：通过峰检测参数可筛选出多个有效峰值，控制器最多可选择其中两个峰进行数据输出，是否选择特定峰根据峰选择参数确定。

建议

- 测量距离时通常只有一个峰，因此可使用最大值模式进行选择。
- 测量透明物体厚度时，通常有两个峰，建议使用编号模式进行选择。

量程像素起终点

量程像素起终点作用：用于标记探头有效量程上下限对应应在原始图像中像素点位置。由于探头光学特性的限制，探头仅在量程范围内能保证测量精度，超出量程范围部分无法保证测量精度，因此超出探头有效量程上下限的峰，即使能被检测到，输入数据也为无效值。

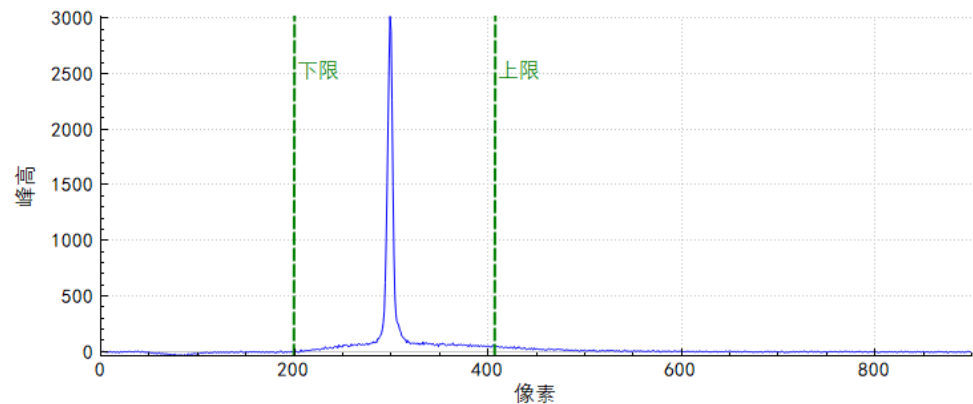


图 1、峰位于量程起终点范围内

注意

用户在测量前查看原始测量峰值，应保证原始图像的峰值位于量程像素起终点内，如图1所示，超出量程起终点范围会导致输出无效数据值，如图2、3所示。

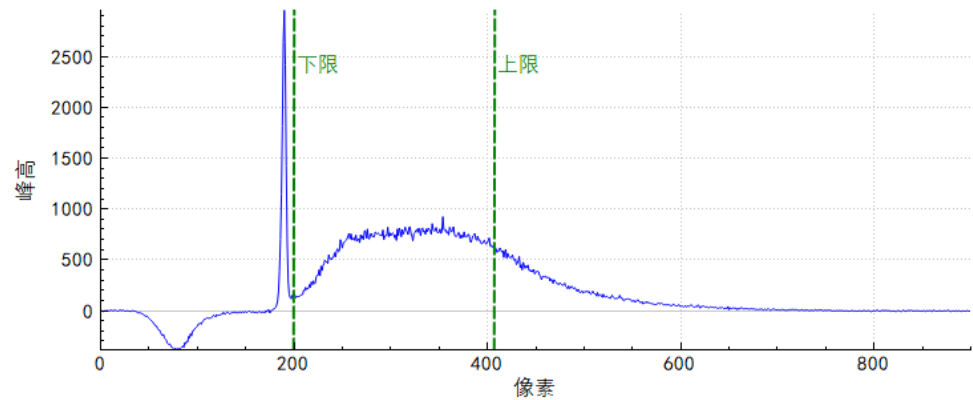


图 2、峰小于量程起终点下限

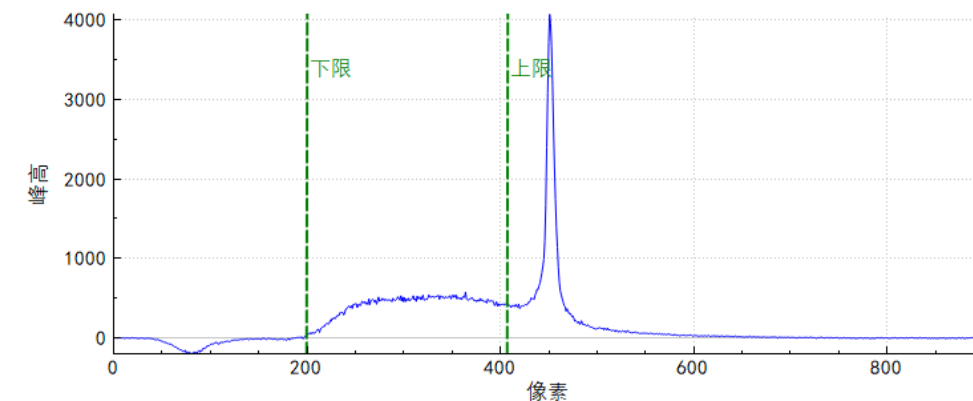


图 3、峰大于量程起终点上限

数据处理

- 一. 滑动平均滤波
- 二. 距离与厚度修正
- 三. 无效数据保持
- 四. 通道使能与采样间隔
- 五. 折射率

滑动平均滤波

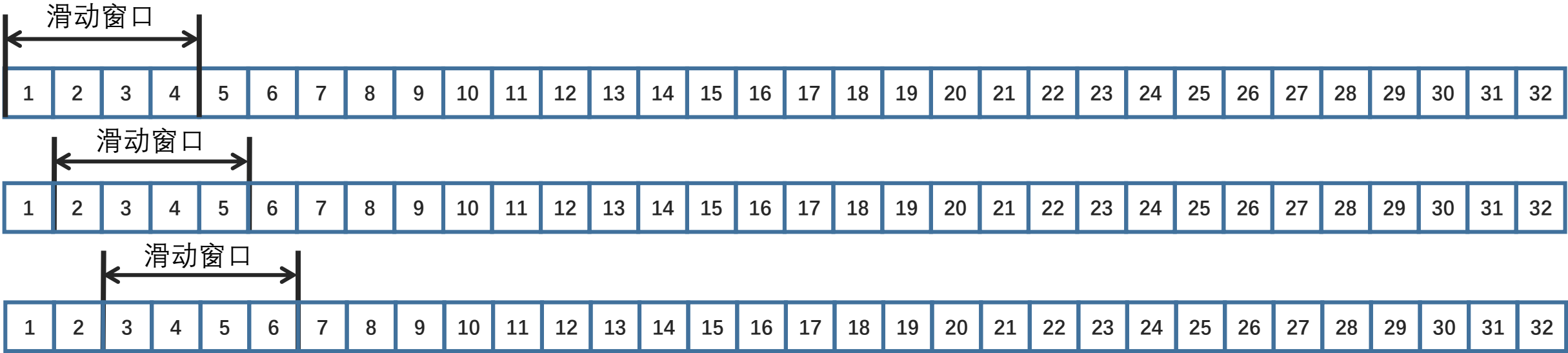


图 1、滑动平均滤波示意图

滑动平均滤波作用： 建立一个数据缓冲区，依顺序存放N个采样数据，每采进一个新数据，就将最早采集的那个数据丢掉，而后求包括新数据在内的N个数据的平均值。

如图1所示，1-32序号代表实际测量数据，滑动窗口宽度N=4，在计算第4个点的滑动平均滤波值时，求1-4个实际测量值的平均值，在计算第5个点的滑动平均滤波值时，将第5个点加入，第2个点移出，求第2-5个实际测量值的平均值。

距离与厚度修正

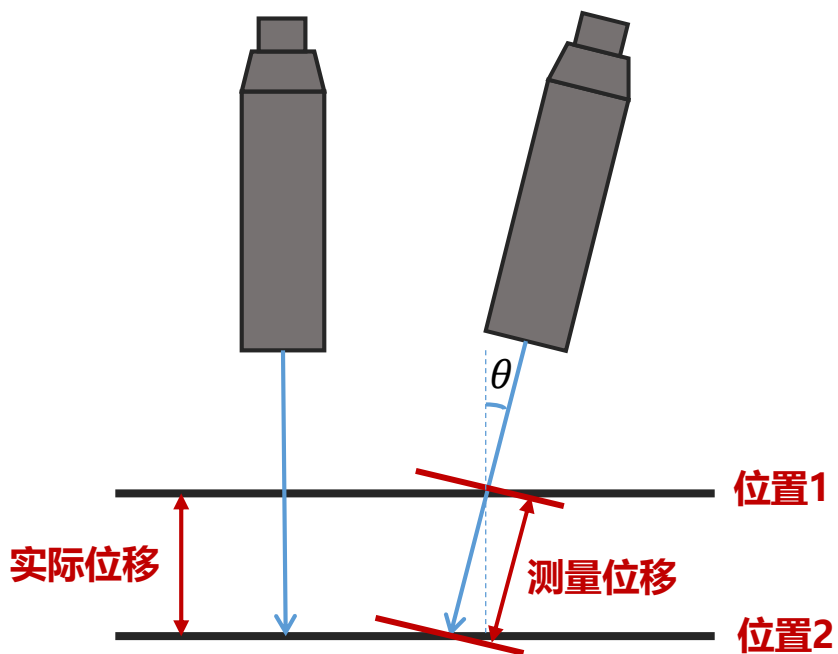


图 1、被测物相对探头存在倾斜时的位移测量

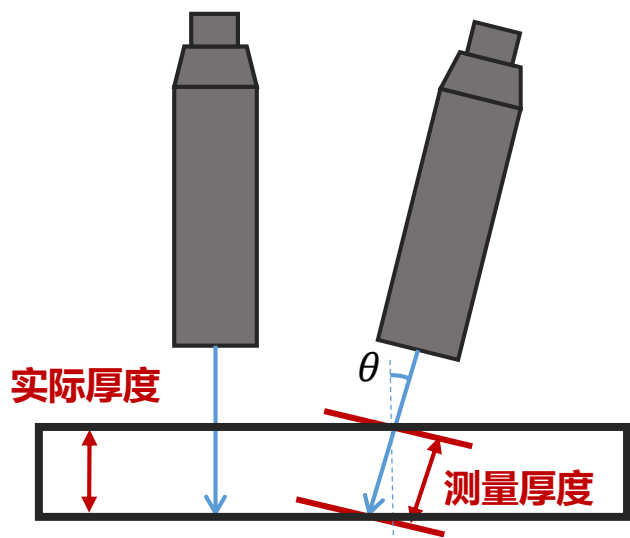


图 2、被测物相对探头存在倾斜时的厚度测量

距离修正：如图1所示，当被测物表面与探头垂直时，被测物实际位移与测量位移相同，此时距离修正系数为1；当被测物表面相对探头存在倾斜时，测量位移 L_1 与实际位移 L_0 存在成比例偏差，比例随倾角 θ 变化而变化，偏差关系式为 $L_0 = L_1 \cos \theta$ ，此时距离修正系数应为 $\cos \theta$ 。

距离修正系数计算方法：如图1所示，倾角 θ 较小时， $\cos \theta \approx 1$ ，此时可以不用修正。确实需要修正时，修正方法如下：

1. 记录探头在位置1的读数 x_1
2. 通过电机或其它运动机构控制被测物移动特定距离 L_0
3. 记录探头在位置2的读数 x_2
4. 修正系数便为 $L_0 / (x_2 - x_1)$

厚度修正：如图2所示，被测物表面与探头存在倾斜时，实际厚度 D_0 与测量厚度 D_1 存在成比例偏差，比例随倾角 θ 变化而变化，偏差关系式为 $D_0 = D_1 \cos \theta$ 。厚度修正的方法为：用一已知厚度 D_0 的量块，在正确设置折射率的情况下，使用探头测得到其厚度为 D_1 ，修正系数便为 D_0 / D_1

无效数据保持

无效数据保持的作用为：当测量过程出现异常时产生无效数据，传感器对无效数据点出现次数进行计数。用户可通过上位机软件设置一个无效数据保持点数 N ，无效数据点出现次数如果小于 N ，则以产生无效数据前的最新有效数据输出，无效数据点出现次数如果大于 N ，则输出无效数据，从而实现过滤偶发的无效数据。

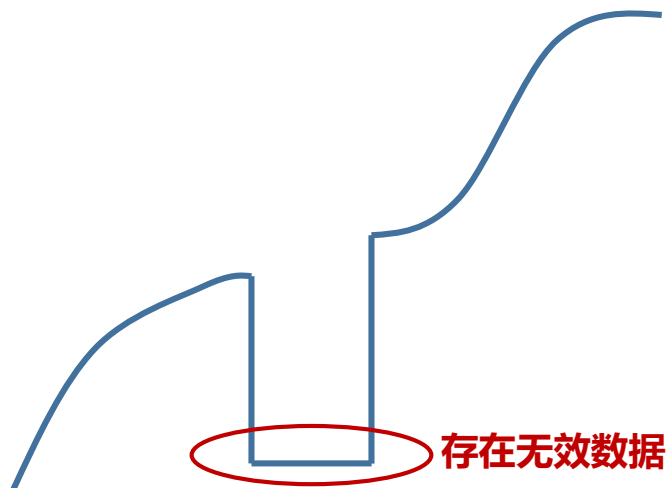


图 1、无效数据保持点数为0时的异常数据输出

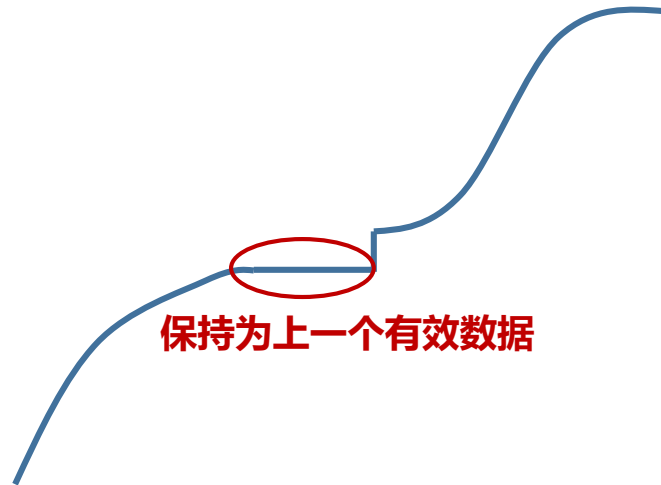


图 2、无效数据保持大于0时的异常数据输出

通道使能与采样间隔

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_s 与采样频率 f_s 的关系为 $f_s = \frac{1}{T_s}$ 。例如当采样间隔为100us（即0.0001s）时，对应的采样频率为10kHz。

通道使能：在双通道控制器中，存在两个探头通道，两个探头通道交替曝光的形式进行工作，因此当两个探头通道同时工作时，采样间隔会变为原来的两倍。通过设置通道使能状态，可控制两个探头通道中一个通道工作另一个通道不工作，也可控制两个探头通道同时工作。例如，采样间隔为100us时，如果只设置通道1使能或者通道2使能，此时实际采样间隔为100us，如果设置通道1和通道2都使能，则实际采样间隔变为200us。

注意

应至少保证有一个探头通道处于使能状态，因此至少应选择通道1或者通道2使能。

折射率

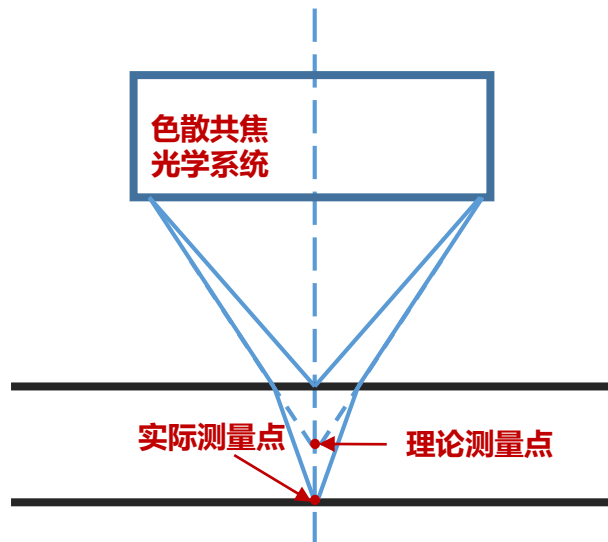


图 1、探头测量透明材料时的光路

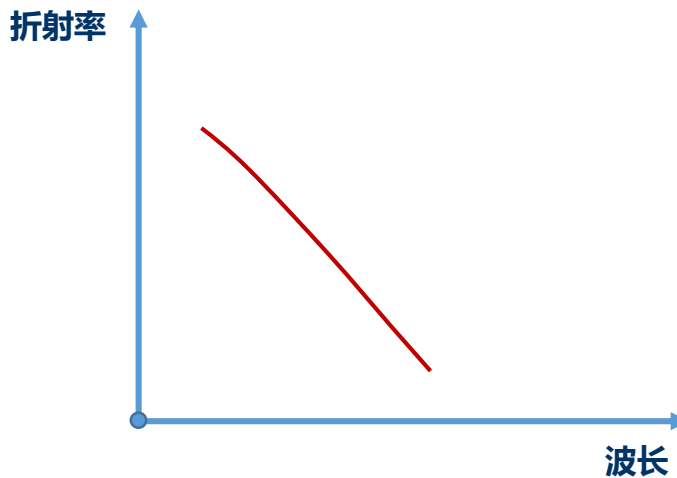


图 2、折射率随波长变化

折射率设置：被测物在不同的位置，返回的光波长不同的，而即使在同一材料中，不同波长的光，折射率是不同的，为了任一位置都能准确测量透明物体厚度，则需要材料在所有光波长下的折射率。但这在实际应用较难以实现，通常情况下，可通过设置486nm、587nm、656nm三个典型波长下的折射率，对其他波长折射率进行估计，从而实现厚度的有效测量。

折射率对厚度测量的影响：如图1所示，由于被测物存在一定的折射率，从色散透镜组发出的光线经过被测物时会产生折射现象，进而导致光线发生偏折。在厚度测量过程中，若不考虑这一影响，直接将聚焦于被测物上下表面的两个不同波长的光线所对应的距离相减得到被测物厚度，必然会产生较大的测量偏差。在测量过程中考虑折射率这一因素，可将测量误差消除。

信号输出

一. 模拟输出映射

二. 数字输出上下限及滞回值

模拟输出映射

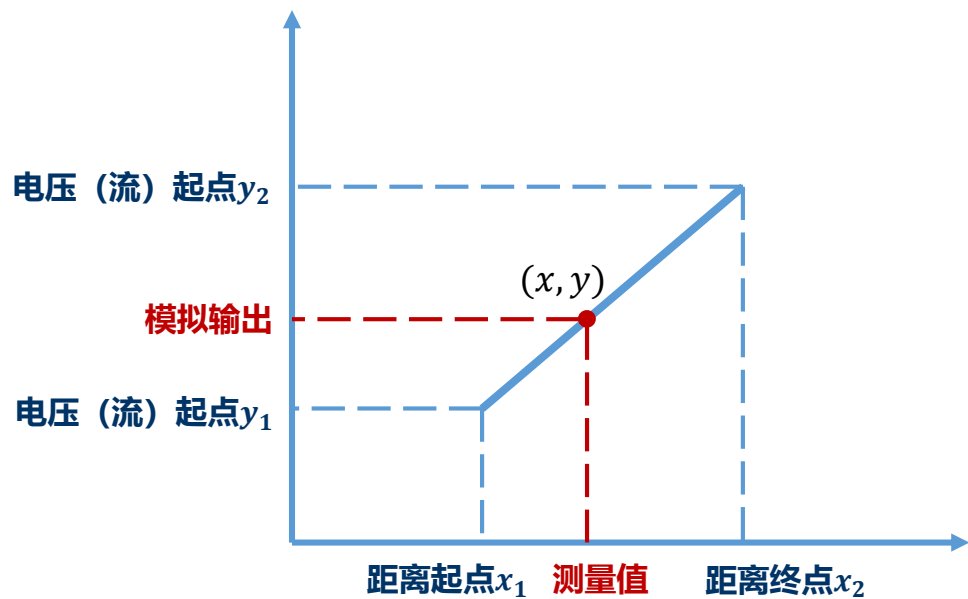


图 1、测量数据与模拟输出值的线性映射关系

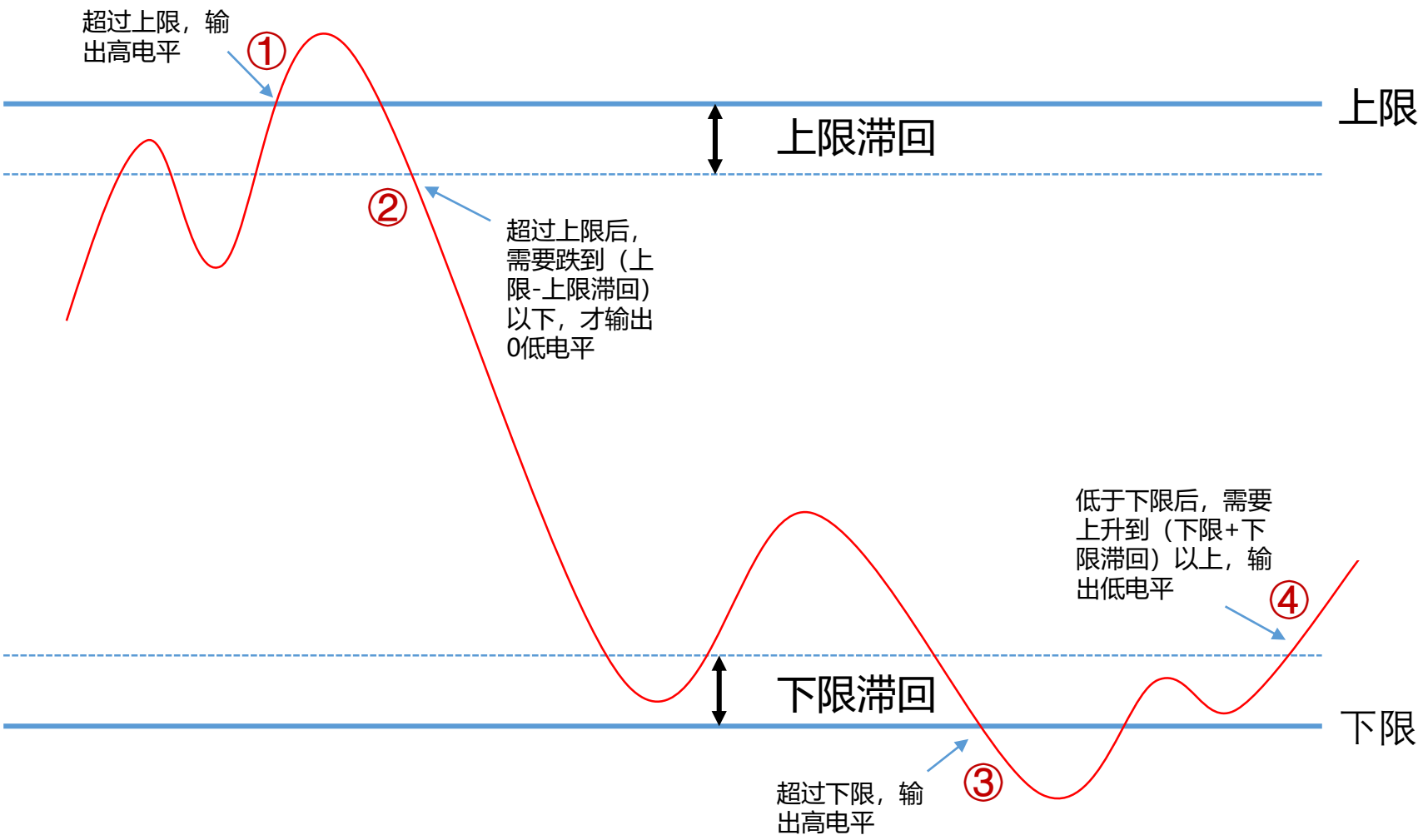
映射起点、终点相对与电压（流）范围起点终点的映射关系为，假设映射起点为 x_1 ，终点为 x_2 ，电压（流）起点为 y_1 ，终点为 y_2 ，某个时刻实时数据 x 对应的输出电压（流） y 的计算公式为：

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

例如，当数据源选择为通道1距离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。

数字输出上下限及滞回值

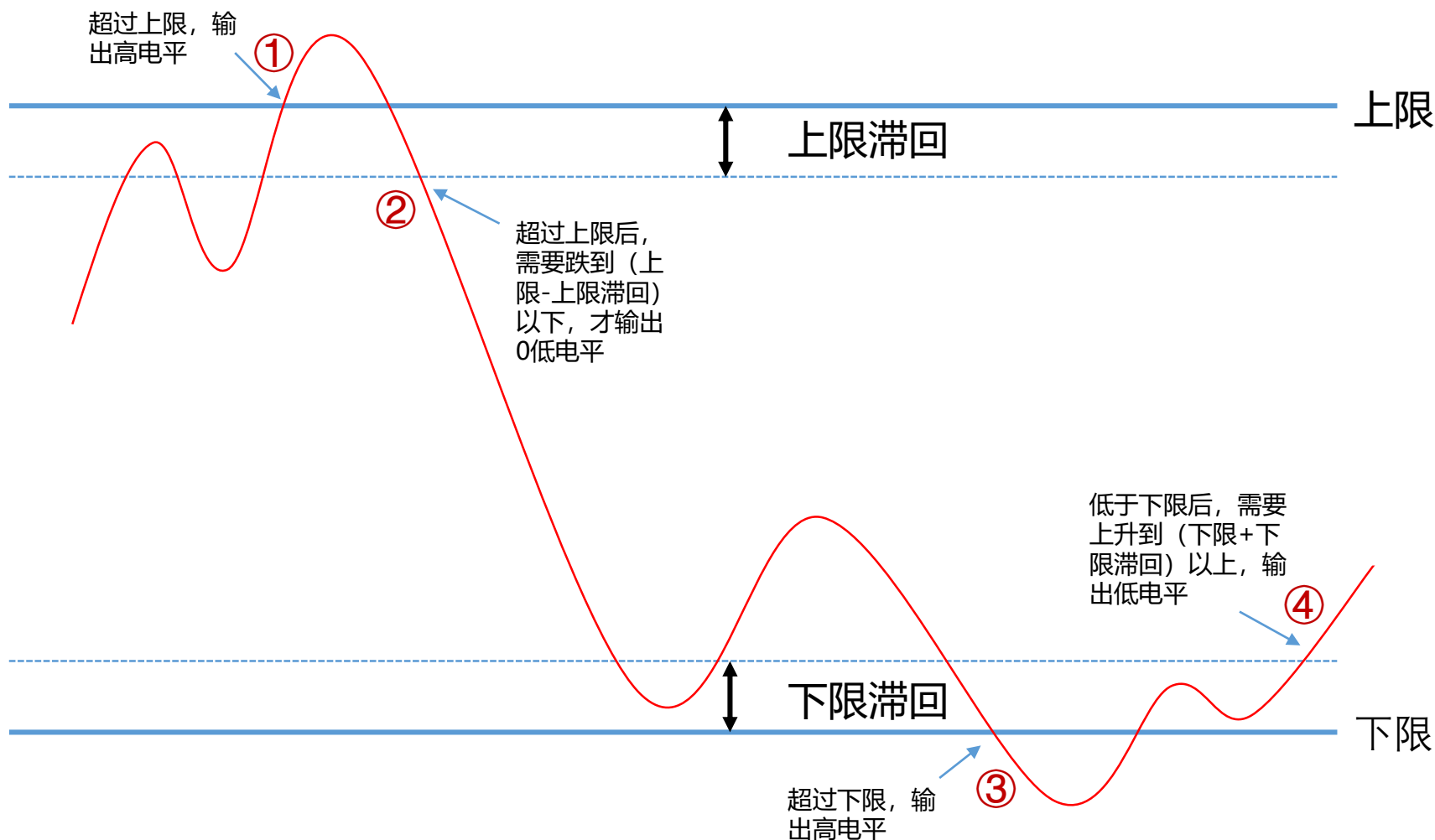
超限数字输出功能介绍：用户通过上位机设置一组上下限值。传感器上电进行测量时，测量数据与用户设置的上下限值进行比较，测量数据超过用户设置的上限或下限时，数字输出接口会相应输出电平信号。同时，为了防止测量数据在上下限附近跳动时导致电平信号跳动，还添加了相应的滞回值



数字输出上下限及滞回值

注意

- 是否启用数字输出接口，为可配置项
- 超限输出电平可配置为高电平或低电平
- 超上限输出、超下限输出或是超上下限都输出，为可配置项
- 用于进行比较的数据类型，为可配置项，如通道1距离1或通道2距离2



数据输出电平变化实例：如上图所示，红色曲线为数据变化曲线，假设超过上下限时输出电平为高电平。当数据位于①时，超过了上限值，因此输出高电平；后续数据减小并低于上限值，但仍在滞回范围内，因此仍输出高电平；当数据位于②时，测量值小于上限-上限滞回，因此输出低电平；当数据位于③时，低于下限值，因此输出高电平；后续数据增大并高于下限值，但仍在滞回范围内，因此仍输出高电平；当数据位于④时，测量值大于下限+下限滞回，因此输出低电平。

外部触发

一. 触发配置

二. 编码器计数配置

三. 分辨率及编码器置位

触发配置

触发源：包括内部触发、编码器和外部触发。

- 内部触发：由控制器内部控制进行连续采样，已采样间隔为周期进行触发。
- 编码器：由外部编码器进行触发，包括等间隔脉冲计数触发与位置触发。
- 外部触发：由连接在控制器 S-I 端口（外部触发端口）的外部电平信号进行触发。

单脉冲采样个数：每产生一个触发信号，可采样 n 个数据。

例如设置采样个数为120，选择数据输出类型为通道1距离1、通道1距离2、通道2距离1和通道2距离2，每产生一次触发，采集30组数据（120个数据点）。如果采样个数不能整除选择数据输出类型数，则最后一组数据不完整。如果采样个数122，则采集30组+通道1距离1、通道1距离2。

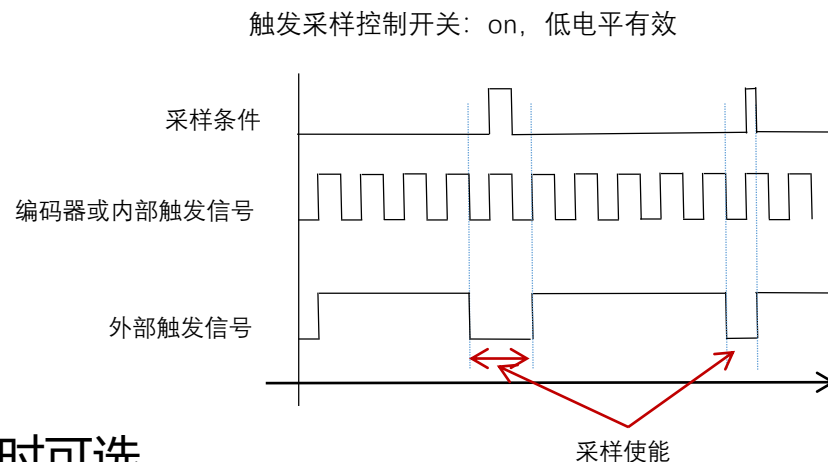
触发配置

触发采样开关：由外部触发信号控制编码器触发、内部触发的采样条件。

- 关闭：采样条件跟随触发信号。
- 打开：采样条件由触发信号与外部触发 IN 端输入电平共同决定,即外部触发 IN 端输入为有效电平，编码器触发或内部触发进行触发时，采样条件成立。

采样使能电平：配置外部触发 IN 端输入有效电平

- 边沿触发：输入信号上升沿或下降沿处进行触发。仅触发源为外部触发时可选。
- 电平触发：高电平或低电平，在输入电平与设置电平一致后，才会进行采样



编码器配置

触发模式：计数触发和位置触发

计数触发：增量触发形式，每当编码器端口接收的脉冲数量累计增加指定数量时，便进行一次触发。

- 当触发方向为正向时，仅当编码器计数增加（通常是往正向运动时），才对脉冲进行计数。
- 当触发方向为负向时，仅当编码器计数减少（通常是往负向运动时），才对脉冲进行计数。
- 当触发方向为双向时，无论编码器计数增加或减少，均对脉冲进行计数。

位置触发：绝对量触发形式，每当运动轴运动到指定位置时，便进行一次触发。触发位置定义为从以编码器零点为原点，以触发间隔等间隔分布的位置序列。

- 当触发方向为正向时，仅当编码器往正向越过触发位置时，才进行触发，当往负向越过触发位置时，不进行触发；
- 当触发方向为负向时，仅当编码器往负向越过触发位置时，才进行触发，当往正向越过触发位置时，不进行触发；
- 当触发方向为双向时，编码器往正向或负向越过触发位置时，均进行触发

注意

当修改任意编码器触发配置时，均会将当前编码器的位置信息置为 0。

编码器配置

追踪模式：追踪模式仅对位置触发模式生效。追踪模式会记录编码器曾到达的最大/最小位置。当追踪模式开始时，仅当编码器位置超出曾到达的最大/最小位置后，触发信号才有效；当编码器在曾到达的最大/最小位置之间运动时，触发信号无效。

触发间隔：单位为脉冲数量，记触发间隔为 n ，对于计数触发模式，每累积 n 个触发脉冲触发一次；对于位置触发位置，依照编码器原点生成以 n 为间隔的位置序列，作为触发位置。

- 单路：只解读编码器 A 相端口的信号；
- 正交：解读 AB 相正交编码器的信号，通常使用该配置；

注意

当修改任意编码器触发配置时，均会将当前编码器的位置信息置为 0。

分辨率及编码器置位

编码器分辨率含义：编码器会对外部触发的脉冲进行计数，而实际每个脉冲代表的位移大小则由编码器型号确定，*每个脉冲代表的位移大小*便为编码器分辨率。光谱共焦控制器编码器分辨率以mm为单位，例如，若编码器每隔5um触发一次，编码器分辨率便为0.005mm，此时如果编码器触发了1000次，通过测量数据读取到的编码器位移为5mm。

编码器手动置位：将当前编码器位置设置为特定值，之后的编码器脉冲计数将以手动置位值为基准。例如，编码器分辨率为0.005mm的情况下，设置手动置位值为6mm，此时如果编码器触发了1000次，通过测量数据读取到的编码器位移为 $6+5=11$ mm。

编码器Z信号置位：Z相信号到来时的编码器位置设置为特定值，之后的编码器脉冲计数将以Z相置位值为基准。

注意

手动置位值和Z信号置位值对应实际脉冲数与编码器分辨率有关，因此当编码器分辨率重置时，手动置位值和Z信号置位值会自动清零。