

光谱共焦测量名词解释

V0.1.0.1

目录

1. 量程与参考距离
2. 线性度
3. 纵向分辨率
4. 静态噪声、再现性、重复精度
5. 横向分辨率
6. 温度漂移
7. 时间漂移
8. 测量角度
9. 最小可测厚度
10. 光强
11. 过曝
12. 曝光时间

量程与参考距离

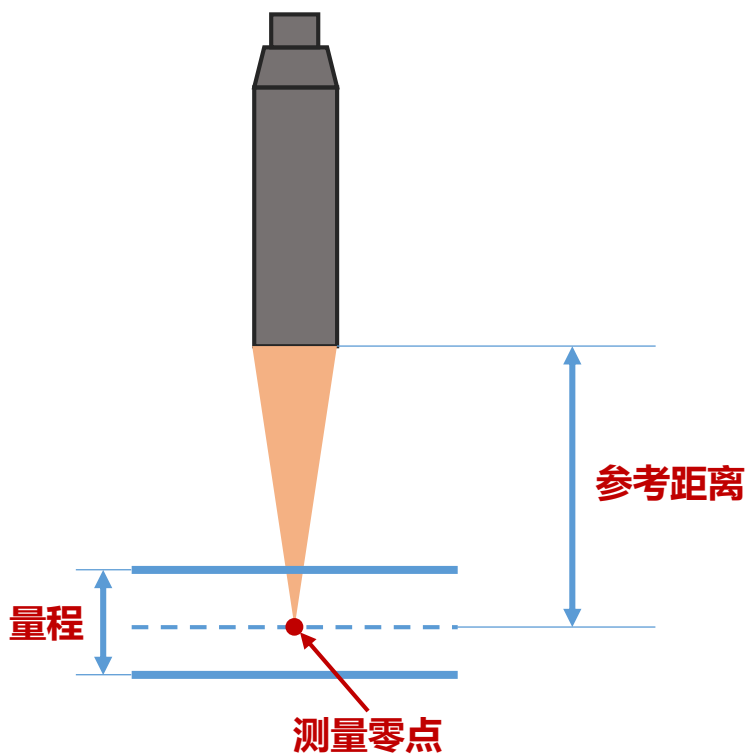


图 1、量程及参考距离的定义

量程：即探头能够测量的位移最大变化范围。例如，探头量程为4mm时，探头能够测量的最近点与最远点之差为4mm，若被测物垂直于探头方向位移变化超了4mm，则无法测量。

参考距离：测量被测物时，测量值为零的点到探头前端的距离，如图1所示。

注意

量程通常以参考距离为基准，用 $\pm XY\text{mm}$ 来表示。例如，某型号探头参考距离为37mm，量程为4mm，探头实际可测量的范围为 $37\pm 2\text{mm}$ ，即35mm~39mm之间。

线性度

线性度含义：在规定条件下，传感器校准曲线与拟合直线间的最大偏差（ ΔY_{max} ）与满量程输出（ Y ）的百分比，线性度计算公式可表示为：

$$\delta = \frac{\Delta Y_{max}}{Y} \times 100\%$$

该值越小，表明线性特性越好。线性度通常以 $\pm XY\%$ 形式表示，例如，某型号探头量程为4mm，线性度误差为 $\pm 0.02\%$ ，则表明测量位移与实际位移的偏差小于 $4000\mu\text{m} \times \frac{\pm 0.02}{100} = \pm 0.8\mu\text{m}$ 。

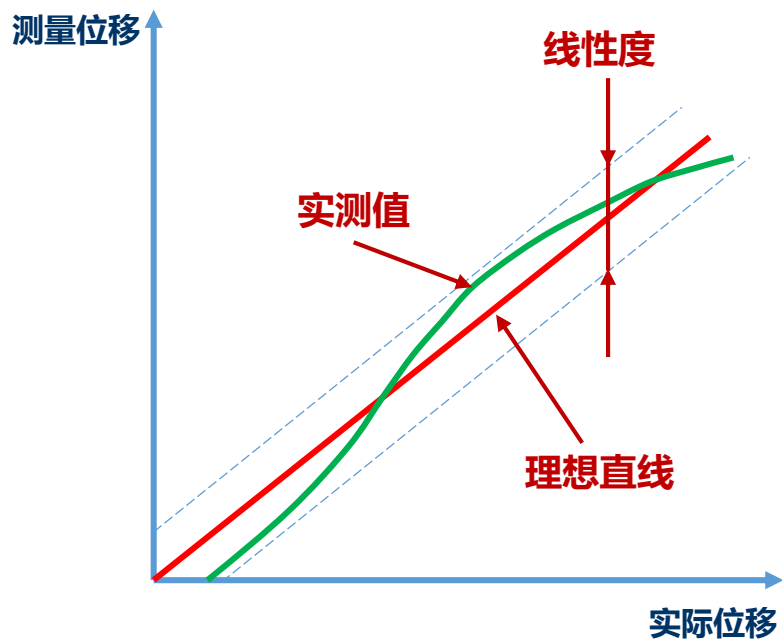


图 1、线性度定义

纵向分辨率

纵向分辨率含义：探头能够测量的位移的最小增量。如图1所示，测量数据之间的差值，最小便是纵向分辨率 Δ 。

以上定义指的是**输出数据分辨率**，即输出数据的最小增量单位。但随着数字信号处理技术的提高，实现很高的数据分辨率（例如1nm）已不是难题，而数据分辨率不能有效反映设备实际的测量性能，因此这一说法已较少出现。

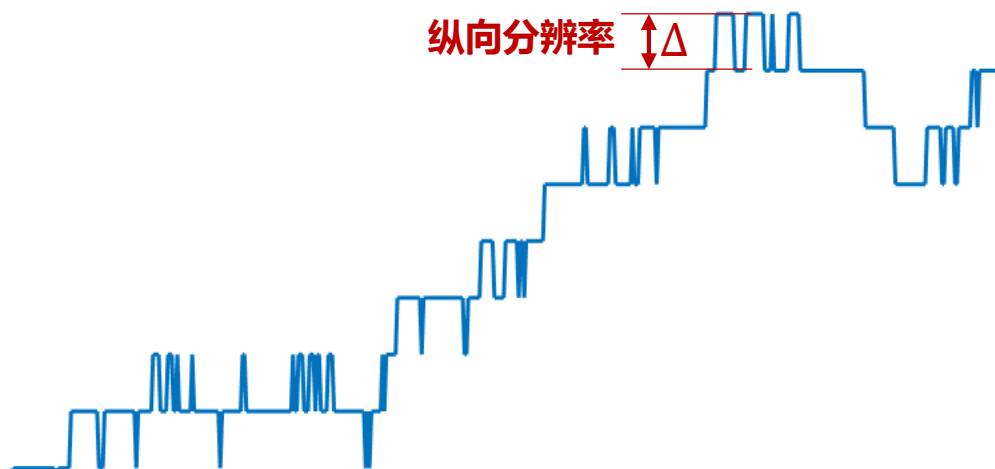


图 1、实际测量数据中的纵向分辨率

静态噪声、再现性、重复精度、

静态噪声含义：静态噪声又叫重复精度或再现性，在光谱共焦传感器中，为传感器多次测量同一个位置时，测量结果之间的差异。理想情况下，测量同一个点得到的测量值完全相同，但由于不同测量时刻的微小差异，使测量值之间存在一定差异，差异的大小代表传感器的重复精度，差异越小，重复精度越高。

横向分辨率

横向分辨率含义：探头能区分被测物上两点之间的最小距离。光谱共焦测量系统中，横向分辨率为光斑尺寸的一半，例如，光斑尺寸为10 μm ，则横向分辨率为5 μm 。光斑直径越小，能够测量更小横向尺寸的部件。

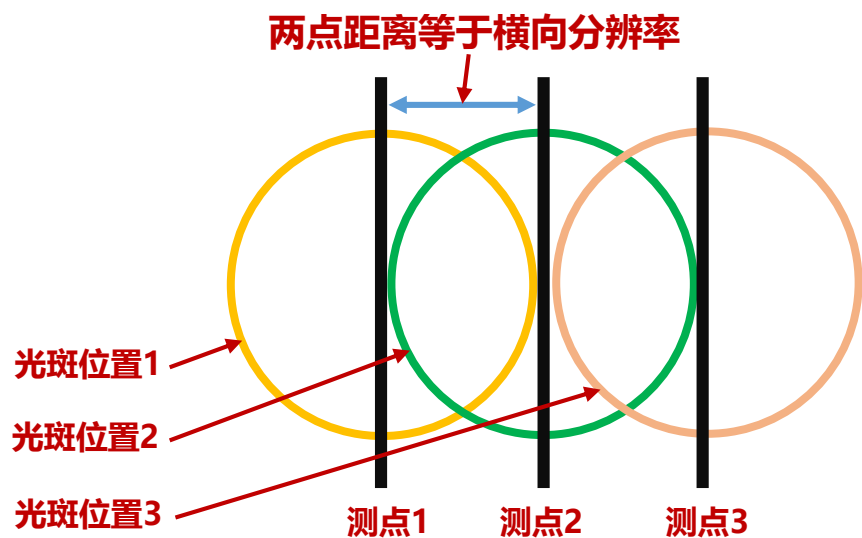


图 1、探头能够分辨两个相邻测量点

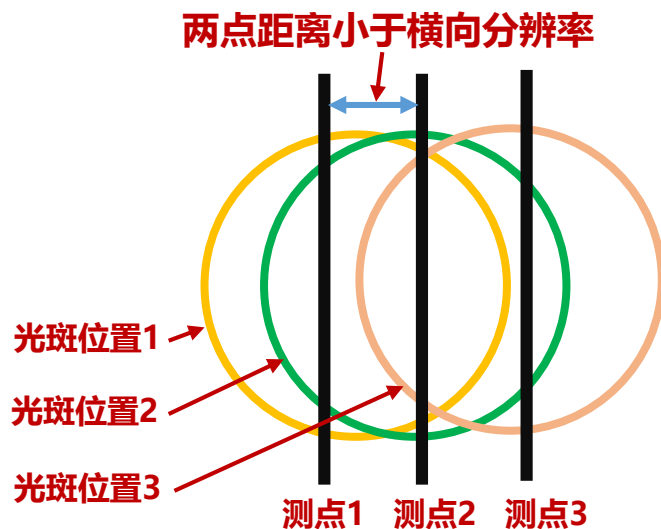


图 2、探头无法分辨两个相邻测量点

如图1所示，当被测物上两点距离大于横向分辨率时，存在一个测量位置，使得光斑仅覆盖其中一个测量点，只对一个测量点进行测量，因此能够分辨两个相邻测量点。如图2所示，当被测物上两点距离小于横向分辨率时，在任意位置上，光斑都会同时覆盖两个相邻测量点，因此无法分辨具体是测量哪个点的位置。

温度漂移

温度漂移含义：表示传感头温度变化1°C时产生的测量值误差最大值。温度漂移通常以±XY% of F.S /°C形式表示，假设满量程输入为Y，温度变化1°C时产生的测量值误差最大值为 ΔY_{max} ，温度漂移计算公式为：

$$\delta = \frac{\Delta Y_{max}}{Y} \times 100\%$$

假设某型号探头量程为4mm，温度漂移为0.03% of F.S./°C，则环境温度变化1°C时，测量误差变化为1.2um。

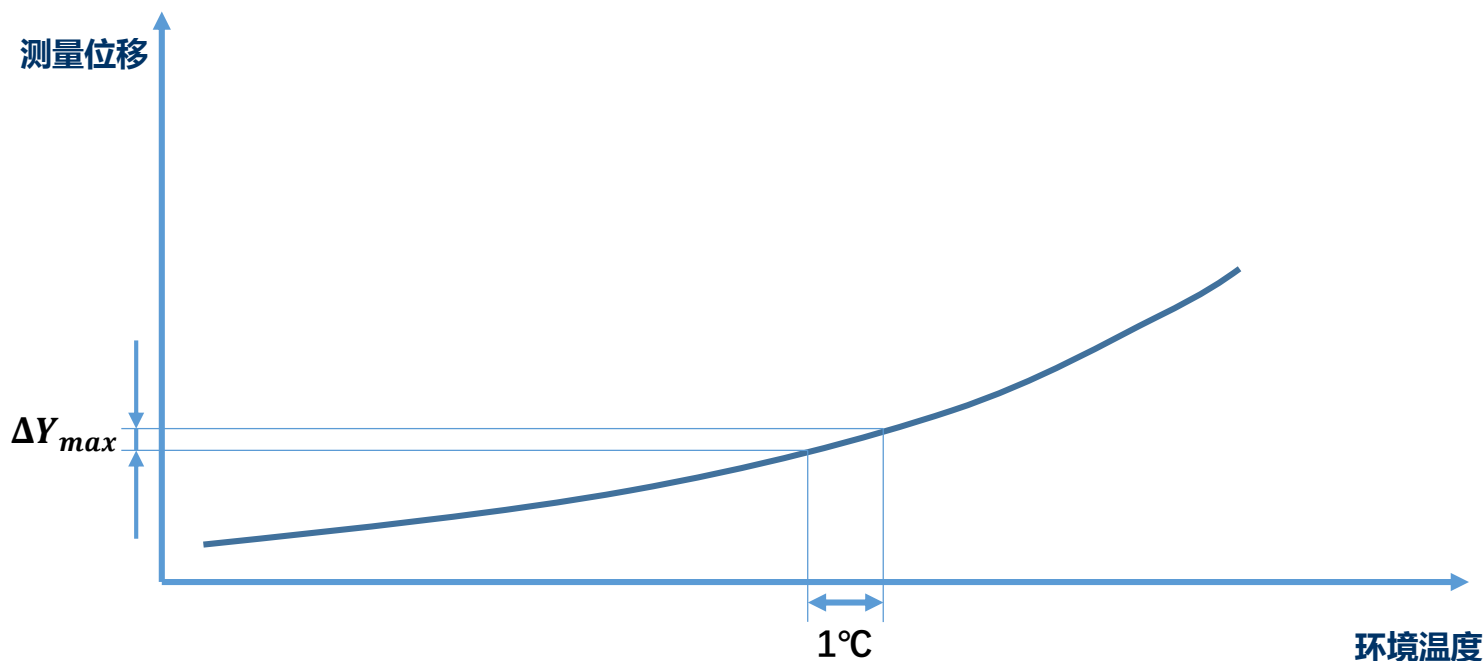


图 1、测量同一点位移随环境温度的漂移

时间漂移

时间漂移含义：

时间漂移是一个笼统的概念，如果是指传感器长时间读数的数值漂移，则其原因可能包括：

- 1.传感器的温度变化造成的温度漂移；
- 2.支撑夹具的温度变化造成的热胀冷缩带来漂移；
- 3.支撑夹具和探头安装后，内部应力可能需要一段时间才能达到稳定。

测量角度

测量角度含义：测量角度表示镜面反射被测物与探头不垂直时，在可以得到测量读数的情况下，被测位置镜面法线与探头轴线方向所能偏移的最大角度。

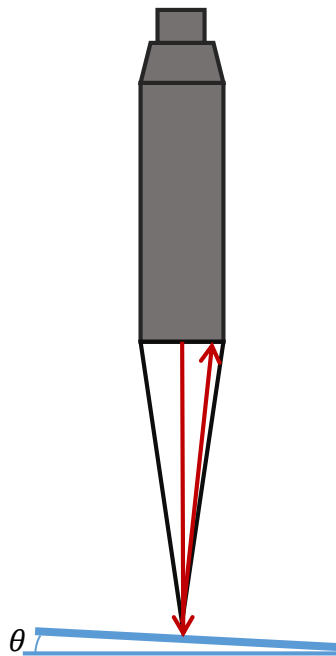


图 1、被测物表面倾斜小于测量角度

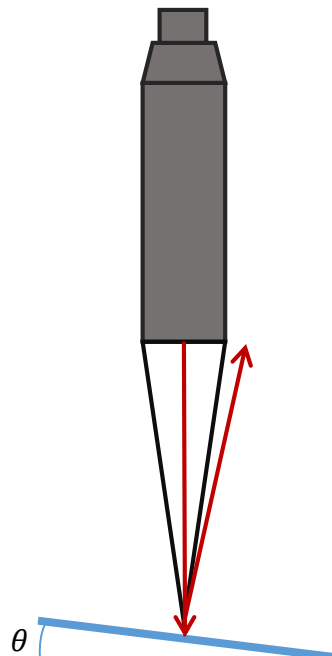
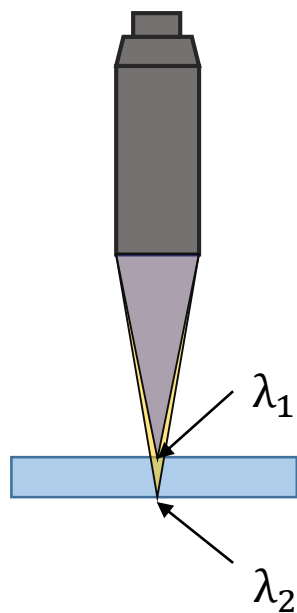


图 2、被测物表面倾斜大于测量角度

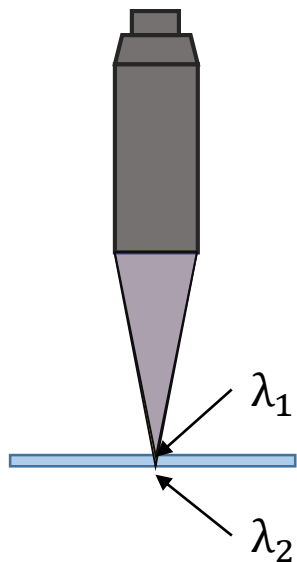
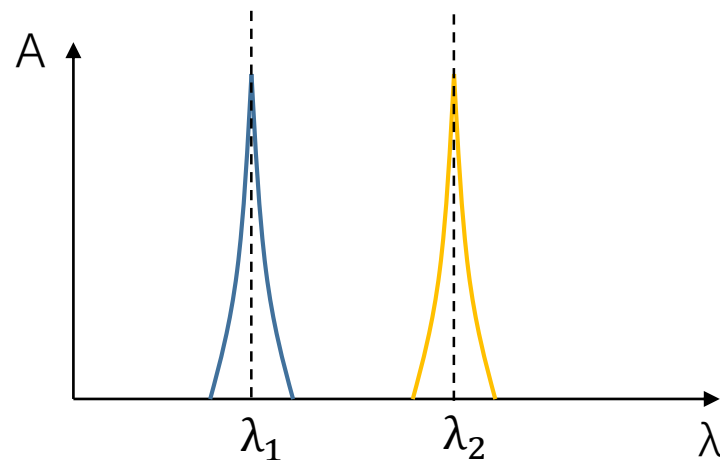
如图1所示，当被测物表面倾斜小于测量角度时，被测物表面回光依然能够回到探头，因此还能够反馈被测物表面的位置信息；如图2所示，当被测物表面倾斜角度过大，超过了测量角度时，被测物表面回光无法回到探头，因此无法进行测量。

最小可测厚度

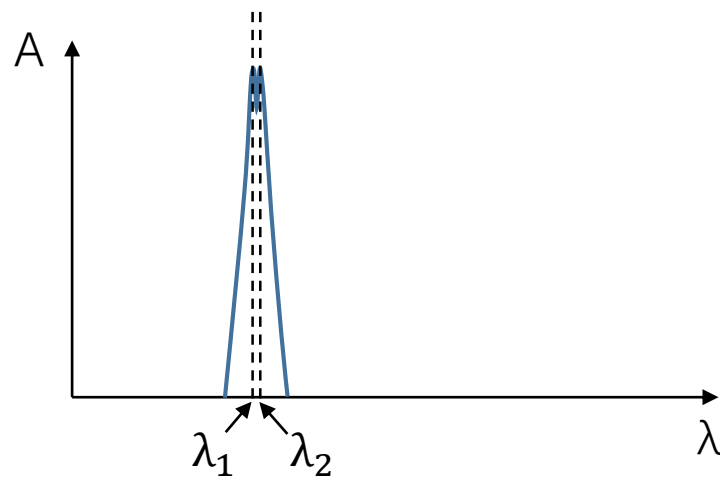
最小可测厚度含义：即特定型号探头最小能区分的透明物体上下表面的距离。当前被测小于最小可测厚度时，上下表面反射的峰值，在原始光谱图像中将无法清晰分辨。



被测物较厚时



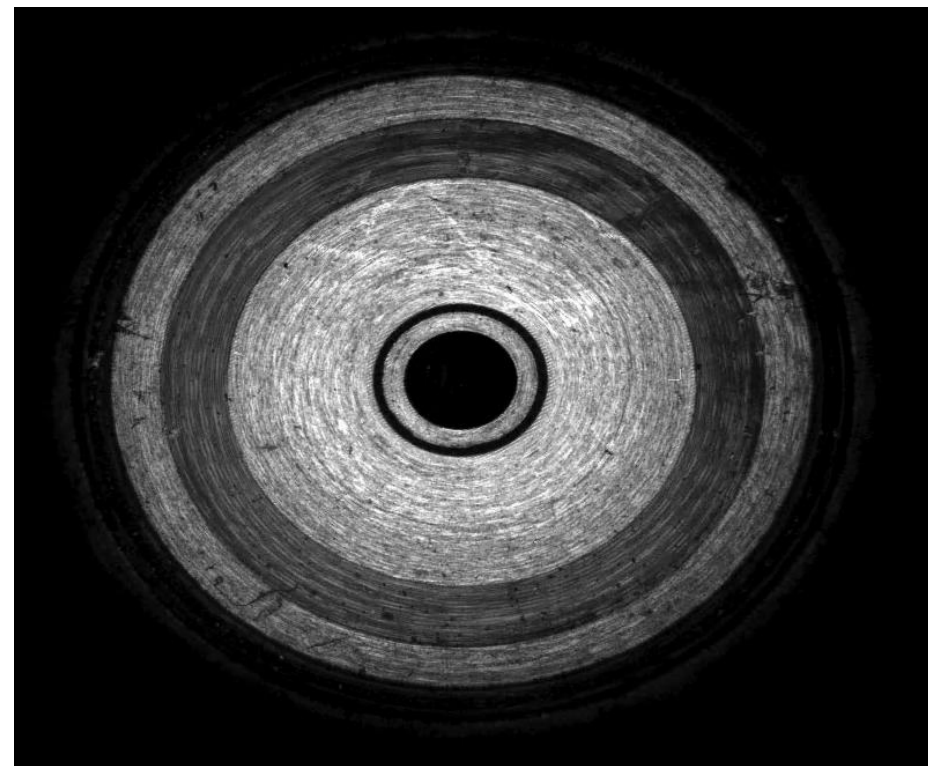
被测物较薄时



光强

含义：

光强是一个数值为0~4095的数值，反映的是检测到的信号强度（峰高）与曝光量（曝光时间、光功率）之间的比值。在开启了自动曝光时，曝光时间会随着被测物返回的光信号强度发生自动调整，尽量使图像传感器上的光信号维持在稳定水平。因此如果直接用“峰高度”来绘制图像，无法反映被测物的真实灰度特性。而光强考虑了曝光时间和光功率的影响，能较好的反映被测物的灰度。

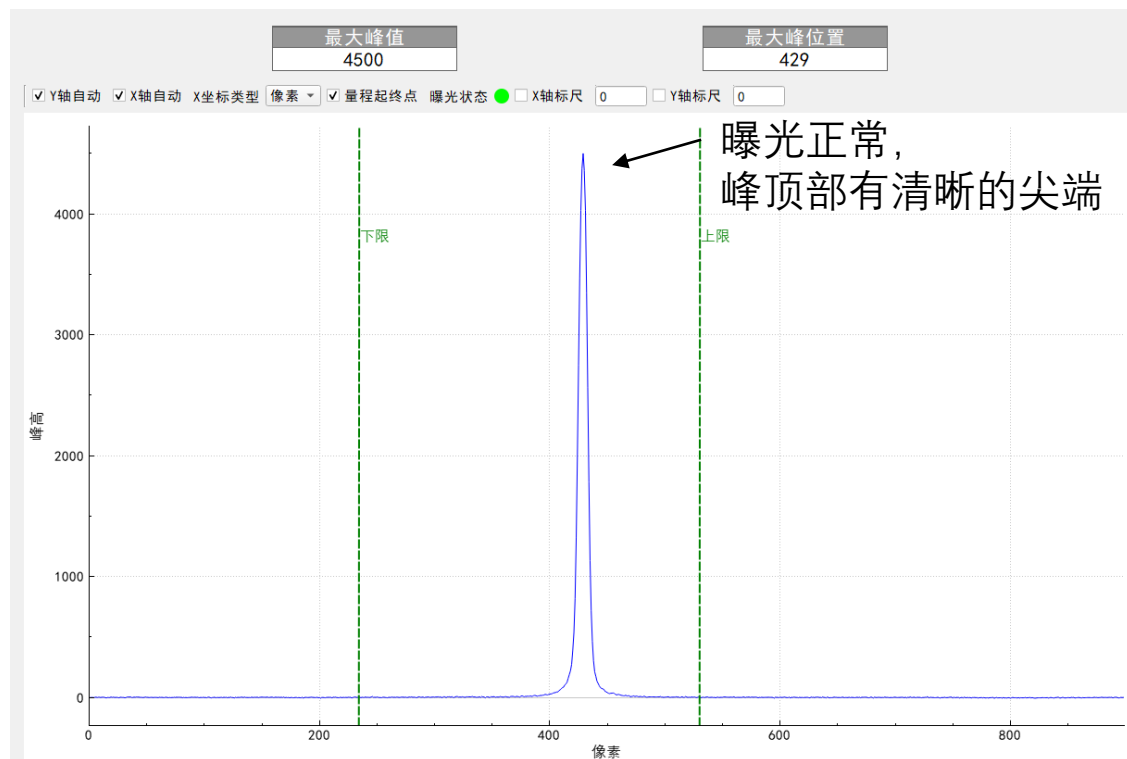


对被测物进行2D扫描后，将“光强”数值映射到0~255作为点云灰度值绘制的图像。

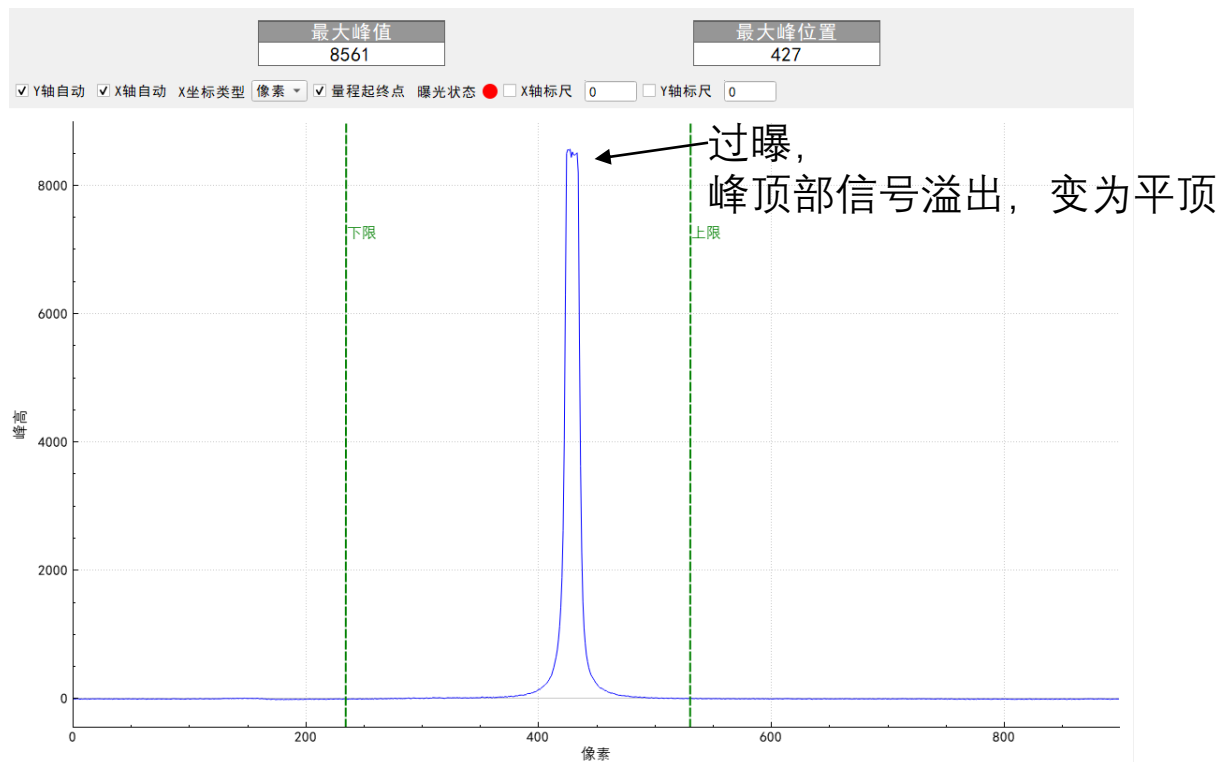
过曝

含义：

过曝是“图像传感器上的曝光超过线性范围”的缩略说法。光谱仪内部的图像传感器能接收的光信号强度是有限的，当信号强度超出像素的线性范围，则谱峰图像会出现变形，这可能对测量精度造成影响。图像过曝一般在曝光时间过长的情况下出现，考虑缩短曝光时间或者使用自动曝光。



正常曝光图像，曝光10us



过曝图像，曝光50us

曝光时间

含义：

在测量过程中，光谱仪的图像传感器会先开启曝光，对光信号进行积分采集，之后结束曝光，读出图像，最后将上一帧图像清除，准备采集下一帧图像。曝光时间指的是从“开启曝光”到“结束曝光”两个时刻的时间间隔，即图像传感器对光信号进行积分的时间长度。曝光时间越长，图像传感器累计收集到的光电子就越多，图像信号也越强。在手动曝光模式下，曝光时间由用户手动设置，在自动曝光模式下，控制器会跟进被测物反射信号强度自动调整曝光时间。

由于硬件的约束， $5.4\mu\text{s} \leq \text{曝光时间} \leq \text{采样间隔} - 5.2\mu\text{s}$ 。当设定的曝光时间超出当前采样间隔支持的上限，则控制器会优先保障采样速度，将曝光时间约束到采样间隔支持的上限。