

# CCD 系列双通道光谱光焦传感器常 见问题解答

2022 年 9 月 Version 0.1.0.1

## 修订记录

日期	版本	备注
2022 年 9 月	0.1.0.1	版本发布

# 目录

硬件相关.....	5
1. 控制器电源端的 Shield 的作用 .....	5
2. 控制器标准电压是 24V，允许的电流范围 .....	5
3. 电源开关指示灯亮，但 STATE 指示灯未亮 .....	5
4. 控制器固定方式 .....	5
5. 每款探头的长度和直径 .....	5
通信相关.....	6
1. 控制器无法正常连接的可能原因 .....	6
2. 怎么更改设备的 IP 地址 .....	6
3. 设备的参数断电后仍然有效的设置方法 .....	7
4. 千兆网改为适应百兆网 .....	7
光谱图像.....	8
1. 光源不亮的原因可能有哪些 .....	8
2. 曝光时间与采样间隔的关系 .....	9
3. 暗校准的作用是 .....	9
外部触发.....	10
1. 同步输入与编码器输入的电压要求 .....	10
数据处理.....	10
1. 测量透明体厚度不准 .....	10
2. 保存数据无时间 .....	10
3. 距离值的含义 .....	10
4. 距离 1 和距离 2 的含义 .....	11
5. 时间戳与实际时间的关系 .....	11
6. 距离 1 减距离 2 不等于厚度值 .....	11
7. 测量数据保存方法 .....	11
8. 把某个位置设置成零点 .....	12
9. 折射率设置方法 .....	12
10. 双探头对射测厚时的对中方法 .....	12
模拟和数字输出.....	13
1. 模拟输出超出映射范围时，输出的值是多少？ .....	13
MODBUS 通信 .....	13
1. Modbus 采用的通信方式 .....	13
2. Modbus 最快采样速率 .....	13
3. modbus 读取数据，工件都到位稳定后，需要延时多少时间再读数据 .....	13
SDK 使用.....	13
1. 设置外部触发后，调用 SDK 接口没有读取到数据，可能原因有哪些 .....	13
2. 能不能在 Labview 中使用 SDK .....	14
3. 当前 SDK 支持哪些编程语言 .....	14
实际应用相关 .....	14
1. 光谱共焦存在哪些无法测量的场景 .....	14
2. 当与被测物表面存在倾斜时，测量线性度会受到怎样的影响，能不能定量确定 .....	14
3. 能连续工作的最长时间以及设备的最长寿命 .....	14

4. 怎么测量未知折射率的透明物体的厚度 .....	14
5. 直径为 1 $\mu$ m 的形状, 小于光谱尺寸, 能否进行测量 .....	15
6. 双探头通过交替曝光的形式测量厚度, 不是同一时刻测量, 会不会存在误差, 误差如何评估? .....	15
7. 光谱共焦探头能适应的温度范围是多少? .....	15
8. 传感器测量一段时间后, 测量值发生了偏移, 且偏移值超出了标称线性度的范围, 可能的原因有哪些? .....	15
9. 重复精度、纵向分辨率和静态噪声的区别在哪里? .....	16
10. 光谱谱峰过宽在原始图像中是如何体现的, 对测量结果有怎样的影响。 .....	16
11. 超出探头量程上下限的峰值, 检测出了有效测量峰, 也无法正常输出测量数据, 主要原因是什么。 .....	17
12. 用两个不同型号的探头, 测得厚度有 20 $\mu$ m 的差异, 可能原因是什么。 .....	17

# 硬件相关

## 1. 控制器电源端的 Shield 的作用

屏蔽地。

## 2. 控制器标准电压是 24V，允许的电流范围

标准 LED 光源控制器使用时的最大电流约为 0.4A，高亮光源控制器使用时的最大电流约为 0.6A。建议使用 24V、最大输出电流 $\geq 1A$  的适配器为控制器供电。具体的工作电流是由用电设备而非电源决定，使用标称最大输出电流大于设备所需电流的电源不会导致设备损坏。

## 3. 电源开关指示灯亮，但 STATE 指示灯未亮

控制器有 24v 正负 10% 的电源保护，如果超出这个范围，内部会断开。

## 4. 控制器固定方式

当前阶段有固定脚垫，后续会追加滑轨类固定方式。

## 5. 每款探头的长度和直径

探头型号	长度	直径
C400	120mm	$\Phi 27$
C1200	66mm	$\Phi 36$
C3000	20.4mm	$\Phi 8$
C4000F	96mm	$\Phi 36$
C4000N	95mm	$\Phi 32$
C6000	71mm	$\Phi 30$
C7000	103mm	$\Phi 52$
C10000	84mm	$\Phi 36$
CR1500	47.7mm	$\Phi 8$

# 通信相关

## 1. 控制器无法正常连接的可能原因

以太网连接：

本机：

默认 IP：192.168.0.20

子网掩码：255.255.255.0

默认网关：192.168.0.1

控制器：

默认 IP：192.168.0.10

- 1) 确认本机电脑连接控制器网卡 IP 是否修改。
- 1) 左下角点击开始，找到【运行】，输入“cmd”，输入“ping 192.168.0.10”，是否 ping 成功。
- 2) 左下角点击开始，找到【运行】，输入“cmd”，输入“arp -a”，检查是否有 192.168.0.10 控制器 ip 地址，如果有，是否在 192.168.0.20 下。
- 3) 如果 b)、c) 为否：
  - ① 确认控制器已正常开机；
  - ② 检查网线是否损坏：短路、开路；  
更换另一根网线尝试连接；
  - ③ 确保电脑只打开了 1 个上位机软件。

USB 连接：

- 1) 确认 USB 线缆及主机 USB 口是否损坏。
  - 2) 确认是否该 COM 口被其他软件占用，或打开了多个上位机软件。
- 只要电脑系统不是很老旧，一般都可正常连接成功。

## 2. 怎么更改设备的 IP 地址

与设备成功连接后，进入参数配置界面，选择通信配置。

**网络设置**

控制器IP	192 . 168 . 0 . 10			
子网掩码	255 . 255 . 255 . 0			
网关	192 . 168 . 0 . 1			
主机IP最后一段号码	20	↑ ↓	主机端口	8001
设置		读取		

**主机 IP 最后一段号码：**修改的是本机电脑对应网卡的“192.168.0.X”。控制器 IP 修改完成后，本机 IP 地址必须对应更改，前三段必须一致，最后一段更改为此设置的最后一段号码。

**主机端口：**修改与设备通信的端口号。

点击设置，提示修改成功，点击写入 Flash，以保证下次设备上电后为修改后的 IP 地址。

设备重新上电，即可用更改后的 IP 进行连接。

### 3. 设备的参数断电后仍然有效的设置方法

**写入配置到传感器**

参数修改完成后，

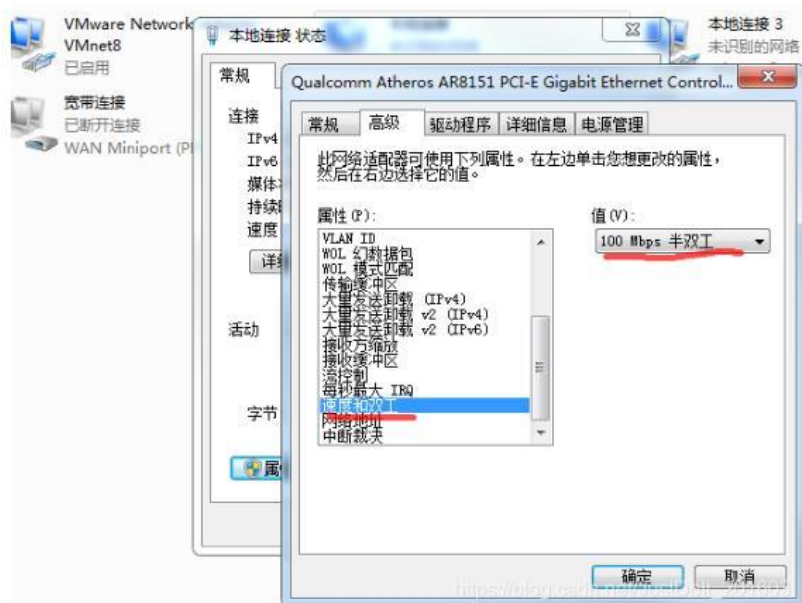
双通道点光谱在【主界面】点击“写入配置到传感器”，

单通道点光谱在【参数配置界面】点击“写入所有参数到 Flash”。

### 4. 千兆网改为适应百兆网

打开网络设置，在本地连接上右键，属性--配置--高级--速度和双工

设置速度（上行带宽）



## 光谱图像

### 1. 光源不亮的原因可能有哪些

- 1) 检查控制器【光纤接口】是否出光：



出光：

- 2) 重新插入光纤，注意是否推入底部、【卡扣卡紧】。
  - i. 检查【光纤】是否折损。
- 3) 检查传感头【光纤接口】是否松动，传感头【防尘罩】是否取下。





不出光：

- 4) 检查软件【光源开关】是否勾选（双通道还需检查【通道使能】是否勾选）。

光谱设置		通信设置	
Property	Value	通信类型:	以太网
当前光谱图像通道	通道1	设备地址:	192 . 168 . 0 . 10
图像类型	原始图像	设备端口:	COM1 通信端口
▼ 通道1		PC端口:	8001
▼ 光源控制		通道使能: <input type="checkbox"/> 通道1 <input type="checkbox"/> 通道2	
光源开关	<input type="checkbox"/> False		
▼ 曝光			

- 5) 检查软件参数配置界面→触发配置→触发源是否为【内部触发】。

通信配置	触发配置
<b>触发配置</b>	
触发源	触发采样
<input type="button" value="内部触发"/>	<input type="radio"/> 关闭

## 2. 曝光时间与采样间隔的关系

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。

## 3. 暗校准的作用是

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。

# 外部触发

## 1. 同步输入与编码器输入的电压要求

同步输入端口为 NPN 输入，编码器输入为 RS485/422 差分信号

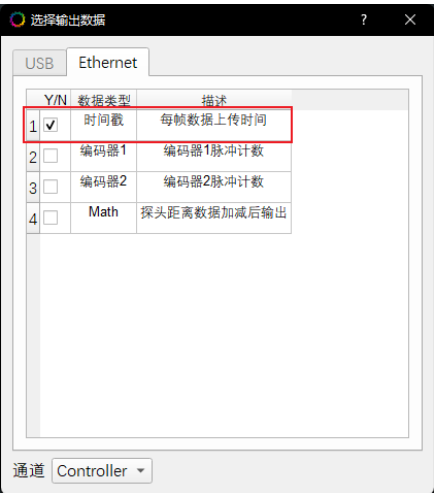
# 数据处理

## 1. 测量透明体厚度不准

4) 请确认【折射率】设置是否正确。

## 2. 保存数据无时间

1) 点击【输出数据选择】按钮，勾选找到【时间戳】选项，勾选。



## 3. 距离值的含义

-2147: 表示无效数据，超出探头测量范围就为此值。

**测量值：**测量的是被测物相对于探头参考距离的相对位置，测量值是探头到被测物距离减去参考距离后的值。

## 4. 距离 1 和距离 2 的含义

### 距离 1：

被测物是非透明物体，光谱图像中只会有一个良好的峰值，该峰值经过转换后输出的数据就是距离 1 的值。

### 距离 2：

被测物是透明物体，光谱图像中至少会有 2 个良好的峰值，【峰选取模式】选择**编号**，序号 1 表示图像最左侧的峰值，序号 2 表示图像从左至右第二个峰值。

### 也可简单理解：

距离 1 是探头底部到被测物体靠近探头的那一侧表面；

距离 2 是探头底部到被测物体远离探头的那一侧表面。

如：距离 1 对应玻璃上表面和距离 2 对应玻璃下表面。

## 5. 时间戳与实际时间的关系

点击开始测量按钮后，从 0 开始记录的秒数，记录时间满 1 小时候，从 0 开始计算。

## 6. 距离 1 减距离 2 不等于厚度值的原因

厚度不是距离 1 减距离 2 直接得到，还需考虑被测物的折射率。

## 7. 测量数据保存方法

- 1) 首先从输出数据选择中，勾选上想要保存的对应数据。
- 2) 开始测量后，点击开始记录按钮，记录点数会持续增长，表示当前在内存中已保存的数据点数（存储点数用来设定可保存点数的最大上限）。
- 3) 保存，保存点击开始记录后的数据点数，点击保存数据，选择保存所有数据，可将数据保存 csv 文件。

## 8. 把某个位置设置成零点

1. 勾选位置清零，把当前采集位置设为 0。
2. 设置零点偏移，值为当前采集位置值的相反数。

基础设置	
Property	Value
无效数据保持	0
采样间隔	100us
▸ 滑动平均滤波	
▼ 通道1	
距离修正系数	0.000000
厚度修正系数	0.000000
▼ 零点设置	
零点偏移	0.000000
位置清零	<input type="checkbox"/> False

## 9. 折射率设置方法

路径: /data/refractive.txt				
		清空	<input type="checkbox"/> 全选	<input type="checkbox"/> 全不选
材料	486nm	587nm	656nm	选择
1 objectname...	1.00000	1.00000	1.00000	<input type="checkbox"/>
2 Water	1.33712	1.33304	1.33115	<input type="checkbox"/>
3 Ethanol	1.36140	1.36140	1.36140	<input type="checkbox"/>
4 Acrylic	1.49783	1.49167	1.48894	<input type="checkbox"/>
5 PMMA	1.49776	1.49176	1.48920	<input checked="" type="checkbox"/>
6 PMMI	1.53400	1.53400	1.53400	<input type="checkbox"/>
7 TEST	1.00000	2.00000	3.00000	<input type="checkbox"/>
8 PC	1.59944	1.58547	1.57986	<input type="checkbox"/>
9 Fused Silica	1.46313	1.45846	1.45637	<input type="checkbox"/>
10 BK7	1.52238	1.51680	1.51432	<input type="checkbox"/>
11 D263T	1.53000	1.52310	1.52040	<input type="checkbox"/>
12 N-SF6	1.82730	1.80518	1.79608	<input type="checkbox"/>

- 1) 打开折射率设置对话框，点击由控制器读取。
- 2) 勾选想要设置的折射率。
- 3) 点击设定，完成设置。

## 10. 双探头对射测厚时的对中方法

- 1) 调整探头相对距离：在双探头之间放一张白纸，使两个探头光斑聚焦到白纸，查看光谱图像，粗调至都有较好的峰值并在量程起终点中间。
- 2) 调整 XY 方向：粗调方向使其光斑肉眼可见重合，查看光谱图现象，此时会发现图像中有两个峰值。
- 3) 持续观察原始图像，同时调整某一探头的 X 或 Y，使其两个峰值合二为一，即调试完成。

# 模拟和数字输出

## 1. 模拟输出超出映射范围时，输出的值是多少？

输出的值为电压电流的上下限。

# MODBUS 通信

## 1. 采用的通信方式

Modbus RTU，即基于 RS485 进行通信

## 2. 最快采样速率

采样速率与读取的数据量、选择的波特率有关，在 115200 波特率下，用 modbus poll 工具测试且数据全选的情况下，扫描时间可设置 5ms 内，为确保可靠传输，建议采样率不高于 100Hz。

## 3. 读取数据，工件都到位稳定后，需要延时多少时间再读取数据

modbus 读取的是最新数据，不需要延迟时间。

# SDK 使用

## 1. 设置外部触发后，调用 SDK 接口没有读取到数据，可能原因有哪些

- 1) 编码器触发配置为外部触发，但没有相应的外部脉冲信号
- 2) 开始测量后，立即从缓冲区中读取中数据，此时数据还未上传到计算机

## 2. 能不能在 Labview 中使用 SDK

有 C# 的 SDK，可通信 Labview 进行调用

## 3. 当前 SDK 支持哪些编程语言

支持 C++ 和 C#，并提供样例程序。支持 VB、LabView 通过 dll 调用，未提供样例程序。

# 实际应用相关

## 1. 光谱共焦存在哪些无法测量的场景

- (1) 被测物为镜面，且镜面倾斜角超出标称的可测量角度；
- (2) 深孔或遮挡导致光线无法返回探头；

被测物表面有和光斑尺寸相似的微结构时，尽管被测面整体没有倾斜，这些结构也可能将光反射向探头无法接收到的方向。

## 2. 当与被测物表面存在倾斜时，测量线性度会受到怎样的影响，能不能定量确定

倾斜时的线性度受到两个因素的影响，

1 是由于探头轴线和希望测量高度方向不平行引入的余弦误差，余弦误差可以根据误差夹角定量表示，假定轴线偏差为  $\theta$ ，则探头读数变化与被测物实际高差之比  $k = 1/\cos \theta$ 。

2 是由于探头自身的球差（不同角度光线的聚焦点不同）造成的线性度误差，该误差与探头的设计有关，一般可测角度较大的探头，受影响较小。

## 3. 能连续工作的最长时间以及设备的最长寿命

控制器支持 7x24 小时工作。

设备的寿命主要由内部光源决定，在最大光源功率下，LED 的寿命 > 10000 小时。

## 4. 怎么测量未知折射率的透明物体的厚度

建议用精度在  $1\mu\text{m}$  或更优的千分尺，对样件的厚度进行测量，调整三个波长下的折射率，

直到量程近端、中心、远端的厚度数值与被测物实际厚度一致，即可以此折射率对被测物进行测量。

## 5. 直径为 1μm 的形状，小于光谱尺寸，能否进行测量

不能进行测量。

## 6. 双探头通过交替曝光的形式测量厚度，不是同一时刻测量，会不会存在误差，误差如何评估？

两探头交替的方式由于固有时间差的存在，会引入同步误差。两个探头测量的时间间隔可按如下方式确定：

$$\Delta T = \frac{T_s}{2}$$

其中 $T_s$ 为双通道模式下，设定的采样间隔，例如设置采样间隔为 200us 时，两探头采样的时间间隔为 100us。

当被测物为横向移动，且移动速度  $v$  已知时，两探头采样点的横向位置差异为：

$$\Delta x = \Delta T \times v = \frac{T_s v}{2}$$

例如设置采样间隔为 200us 时，被测物横向运动速度为 30m/min 时，两探头采样点的横向位置差异为 0.05mm。横向位置的差异并非直接带来厚度测量误差，仅当被测物表面具有起伏时，横向误差才转换为纵向读数的差异。对于相对平坦的被测物，如拉直的薄膜、平面玻璃、钢带等，两探头交替采样的非同步不会带来显著的测量误差。

## 7. 光谱共焦探头能适应的温度范围是多少？

探头可在 -10℃~60℃ 温度下工作。

## 8. 传感器测量一段时间后，测量值发生了偏移，且偏移值超出了标称线性度的范围，可能的原因有哪些？

所述的现象属于漂移。遇到测量值漂移时，建议排查以下几个因素：

### (1) 温度影响

探头和控制器的光学机械结构在温度作用下会发生热胀冷缩，导致测量值的变化。控制器的温度漂移为  $\leq 0.01\% \text{F.S./}^\circ\text{C}$ 。探头的温度漂移为  $\leq 0.03\% \text{F.S./}^\circ\text{C}$ 。为了保障测量的稳定性，建议将探头和控制器安装在温度相对恒定的环境中。

温度还会影响用于固定探头和被测物的支架的稳定性，例如，铝的热膨胀系数约为 23ppm/°C，即长度为 4.3cm 的铝棒，每摄氏度的温度变化会导致其 1μm 的长度变化，如果要保障最高的测量精度，考虑采用钢或者大理石的支撑结构。

## (2) 机械漂移

在安装和调整后，机械结构的变形和应力释放不会立即结束，特别是对于（1）具有柔性材料的工装（例如用橡胶垫保护探头时）或者（2）微调台机构。绝大部分的机械漂移都会在几十秒到几分钟之内稳定下来。

线性度与漂移是探头测量精度的两个指标，在验证线性度时，不对温漂的影响进行考量。在实际评估系统测量精度时，需要同时考量静态噪声、线性度和温漂的影响。

## 9. 重复精度、纵向分辨率和静态噪声的区别在哪里？

重复精度指的是探头重复多次测量一个点，数值之间的一致性。

纵向分辨率是探头能分辨的最小位移。

静态噪声是指探头测量静态物体时，探头的读数跳动。

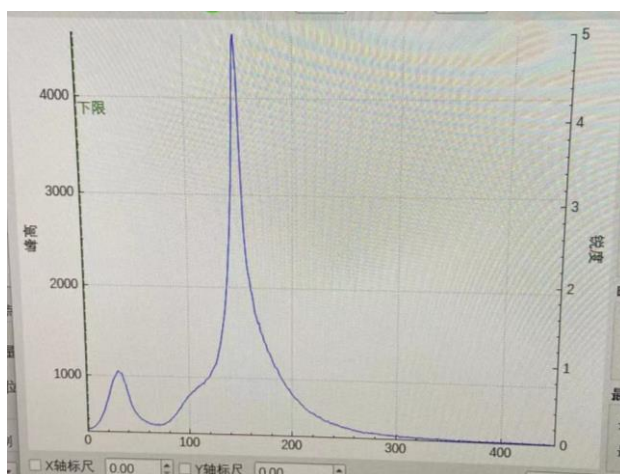
重复精度和静态噪声从定义上可以视为同一数值。纵向分辨率，严格来说需要被测物发生实际位移，直到读数的差异可分辨。但决定能分辨的最小位移的主要因素，仍是探头的静态噪声，如果位移小于静态噪声，就会“淹没”在噪声之中，难以分辨。因此某些厂家标称的纵向分辨率实际的测量方法也是对应静态噪声数值。

由于行业内缺乏统一的标准，因此市面上对重复精度/纵向分辨率/静态噪声的标注鱼龙混杂，例如滑动平均窗口每增加到 4 倍，读数跳动值就下降一半左右，使用很大的滑动窗口（如 4096）时，可以获得很低的重复精度数值。对于噪声的计算方法，也有 rms、 $3\sigma$  等标准。创视智能产品的标称值采用静态测量标准被测物时，不作平均处理的 rms 值为静态噪声指标。

## 10. 光谱谱峰过宽在原始图像中是如何体现的，对测量结果有什么样的影响。

在以下几个情况，光谱仪上所成的谱峰可能会比测量镜面时显著偏宽：

- （1） 镜面被测物倾斜角度接近探头测量角度的极限，此时镜头有效的集光孔径缩小，共焦特性变差，谱峰变宽



C400 传感器在镜面被测物倾斜 42° 时的光谱图像



- (2) 被测物为哑光半透明材质，例如哑光面的树脂、哑光白色陶瓷等。此时一方面被测物表面没有反射性良好的镜面界面，另一方面部分光渗入被测物内部形成光晕，使谱峰变宽。

光谱共焦原理利用共焦小孔筛选出被测物表面返回的特定波长的反射光，利用光谱仪和配套算法确定光谱谱峰波长，换算出被测物距离。当谱峰因为上述原因变宽，对谱峰波长的定位精度会下降，导致测量性能的劣化。

## 11.超出探头量程上下限的峰值，检测出了有效测量峰，也无法正常输出测量数据，主要原因是什么。

超出量程上下限的范围未经过精密标定，无法用于测量，因此对于超出范围的峰值，会输出无效数值。

## 12.用两个不同型号的探头，测得厚度有 20um 的差异，可能原因是什么。

可能的原因有：

- (1) 探头与被测物摆放不是完全垂直；
- (2) 探头的标定不准确；
- (3) 探头测厚是基于一个抽象的模型，而该模型可能不能完全反映探头和被测物的特性，导致测厚不完全准确。

探头测厚是基于被测物为平面的假设，当被测物表面存在曲率时，测量会不准确。