

# LS153 真空镀膜在线测厚仪

## 通讯协议(客户)V1.0

### 目录

一、MODBUS 通信协议介绍 .....	2
(一) 硬件参数 .....	2
(二) 通信功能码 03H, 04H (读寄存器值) .....	2
(三) 通信功能码 05H (触发单个测试点重新采集) .....	3
(四) 通信功能码 10H (写寄存器值) .....	3
(五) 通讯功能码 06H (写单个寄存器值) .....	4
(六) 广播命令 .....	4
二、真空镀膜在线测厚仪说明 .....	4
三、寄存器地址映射表 .....	5
(一) 读整形透过率值 .....	5
(二) 读整形光密度值 .....	6
(三) 读浮点数光密度值 .....	6
四、仪器校准调零 .....	8
(一) 透过率校准或调零 (广播命令) .....	8
(二) 透过率校准或调零 (单个探头校准) .....	8
(三) 光密度校准或调零 (广播命令) .....	9
(四) 光密度校准或调零 (单台控制器校准) .....	10
五、探头站号和波特率设置 .....	10
六、读系统状态 .....	10
七、通信回复延时设置 .....	11
八、触发探头重新采集 .....	11
九、错误信息码表 .....	11
十、寄存器特殊值及仪器异常处理 .....	11
(一) 通信异常说明 .....	11
(二) 校准异常说明 .....	12
(三) 特殊值说明 .....	12

# 一、MODBUS 通信协议介绍

## (一) 硬件参数

1. 硬件采用双路 RS-485，主从式半双工通讯，主机呼叫从机地址，从机应答方式通讯。
2. RS485(1) 具有数据读取、启动测量、调零、触发重新采集、站号和波特率等设置功能，RS485(2) 只有读寄存器功能，没有写寄存器功能（设置功能）。
3. 数据帧 10 位，1 个起始位，8 个数据位，1 个停止位，无校验。
4. 波特率:19200 bps（特殊要求，请在合同中说明）

## (二) 通信功能码 03H, 04H (读寄存器值)

- 注意：此协议中，03H 和 04H 功能码通用。

- **主机发送:**

1	2	3	4	5	6	7	8
ADR	03H	起始寄存器 高字节	起始寄存器 低字节	寄存器数 高字节	寄存器数 低字节	CRC 低字节	CRC 高字节

- 第 1 字节 ADR : 从机地址码 (1~254)
- 第 2 字节 03H : 读寄存器值功能码
- 第 3、4 字节 : 要读的寄存器开始地址
- 第 5、6 字节 : 要读的寄存器数量
- 第 7、8 字节 : 从字节 1 到 6 的 CRC16 校验和

- **当从机接收正确时, 从机回送:**

1	2	3	4、5	6、7		M-1、M	M+1	M+2
ADR	03H	字节总数	寄存器数据 1	寄存器数据 2	...	寄存器数据 M	CRC 低字节	CRC 高字节

- 第 1 字节 ADR : 从机地址码 (=001~254)
- 第 2 字节 03H : 返回读功能码
- 第 3 字节 : 从 4 到 M (包括 4 及 M) 的字节总数
- 第 4 到 M 字节 : 寄存器数据
- 第 M+1、M+2 字节 : 从字节 1 到 M 的 CRC16 校验和

- **当从机接收错误时, 从机回送:**

1	2	3	4	5
ADR	83H	信息码	CRC 低字节	CRC 高字节

- 第 1 字节 ADR : 从机地址码 (=001~254)
- 第 2 字节 83H : 读寄存器值出错
- 第 3 字节 信息码 : 见信息码表
- 第 4、5 字节 : 从字节 1 到 3 的 CRC16 校验和

### (三) 通信功能码 05H (触发单个测试点重新采集)

● **主机发送:**

1	2	3	4	5	6	7	8
ADR	05H	起始地址 (高字节)	起始地址 (低字节)	状态值(高 字节)	状态值(低 字节)	CRC 码低 字节	CRC 码高 字节

- 第 1 字节 ADR : 从机地址码 (1~254)  
 第 2 字节 05H : 触发单个测试点功能码  
 第 3、4 字节 : 要触发测试点的地址  
 第 5、6 字节 : 状态值 (0x0000 无触发, 0xFF00 有触发)  
 第 7、8 字节 : 从字节 1 到 6 的 CRC16 校验和

● **当从机接收正确时, 从机回送:**

1	2	3	4	5	6	7	8
ADR	05H	起始地址 (高字节)	起始地址 (低字节)	状态值(高 字节)	状态值(低 字节)	CRC 码低 字节	CRC 码高 字节

● **当从机接收错误时, 从机回送:**

1	2	3	4	5
ADR	85H	错误信息码	CRC 低字节	CRC 高字节

- 第 1 字节 ADR : 从机地址码 (=001~254)  
 第 2 字节 85H : 写寄存器值出错  
 第 3 字节 错误信息码 : 见信息码表  
 第 4、5 字节 : 从字节 1 到 3 的 CRC16 校验和

### (四) 通信功能码 10H (写寄存器值)

● **主机发送:**

1	2	3	4	5	6	7
ADR	10H	起始寄存器 高字节地址	起始寄存器 低字节地址	寄存器数 量高字节	寄存器数 量低字节	数据字节总数

8, 9	10, 11	N, N+1	N+2	N+3
寄存器数据 1(高位, 低位)	寄存器 数据 2	寄存器数据 M	CRC 码低字节	CRC 码高字节

● **当从机接收正确时, 从机回送:**

1	2	3	4	5	6	7	8
ADR	10H	寄存器高字 节地址	寄存器低字 节地址	寄存器数 量高字节	寄存器数 量低字节	CRC 码低 字节	CRC 码高 字节

● **当从机接收错误时，从机回送：**

1	2	3	4	5
ADR	90H	错误信息码	CRC 低字节	CRC 高字节

- 第 1 字节 ADR : 从机地址码 (=001~254)  
 第 2 字节 90H : 写寄存器值出错  
 第 3 字节 错误信息码 : 见信息码表  
 第 4、5 字节 : 从字节 1 到 3 的 CRC16 校验和

## (五) 通讯功能码 06H (写单个寄存器值)

● **主机发送：**

1	2	3	4	5	6	7	8
ADR	06H	寄存器高字节地址	寄存器低字节地址	寄存器数据高字节	寄存器数据低字节	CRC 码低字节	CRC 码高字节

● **当从机接收正确时，从机回送：**

1	2	3	4	5	6	7	8
ADR	06H	寄存器高字节地址	寄存器低字节地址	寄存器数据高字节	寄存器数据低字节	CRC 码低字节	CRC 码高字节

● **当从机接收错误时，从机回送：**

1	2	3	4	5
ADR	86H	错误信息码	CRC 低字节	CRC 高字节

- 第 1 字节 ADR : 从机地址码 (=001~254)  
 第 2 字节 86H : 写寄存器值出错  
 第 3 字节 错误信息码 : 见信息码表  
 第 4、5 字节 : 从字节 1 到 3 的 CRC16 校验和

## (六) 广播命令

从机地址“0”为广播命令

## 二、真空镀膜在线测厚仪说明

1. LS153 真空镀膜在线测厚仪的发射探头和接收探头有相同的从机地址。探头地址从 1 开始，依次顺序增加。
2. 为了方便客户与上位机通信(PC)或者和镀膜机进行闭环控制时使用，探头的站号(探头地址)和波特率可

设置。如用户需要更改通讯参数，建议用户使用配套的监控机设置。

3. 仪器接收到一条读取数据指令，仪器回复上一周期测量的数据同时进行下一周期的数据采集。单个探头的读取间隔时间应大于 300ms。
4. 仪器调零，仪器收到调零指令，要进行一次测量后再调零。
5. 仪器对透过率值和光密度值提供 float 型和 int16 型数据，其中 float 数据又提供两种解码方式，“2-3412”和“0-1234”。开发人员可根据实际需要选择任意一种类型。寄存器地址查看“控制器地址映射表”。
6. float 量表示的透过率和光密度，一个数据需要 4 个字节。这样两个寄存器的内容，为一个变量。

### 三、寄存器地址映射表

- 兼容性及方便性考虑，同一数据做了多地址的不同格式的映射，请根据需要读取。
- 每一组探头，为一个独立地址，独立通讯。

表1：整形数据解码方式的地址：

寄存器地址	类型	数据内容	说明
0	只读	透过率	uint16, 两位小数, 百分数表示的透过率
1	只读	温度	int16, 一位小数, 整数除以 10
2	只读	光密度	int16, 三位小数, 整数除以 1000
3	只读	透过率	透过率 3、4 字节, float, “2-3412” 解码
4	只读	透过率	透过率 1、2 字节, float, “2-3412” 解码
5	只读	温度	温度 3、4 字节, float, “2-3412” 解码
6	只读	温度	温度 1、2 字节, float, “2-3412” 解码
7	只读	光密度	光密度 3、4 字节, float, “2-3412” 解码
8	只读	光密度	光密度 1、2 字节, float, “2-3412” 解码
9	只读	透过率	透过率 1、2 字节, float, “0-1234” 解码
10	只读	透过率	透过率 3、4 字节, float, “0-1234” 解码
11	只读	温度	温度 1、2 字节, float, “0-1234” 解码
12	只读	温度	温度 3、4 字节, float, “0-1234” 解码
13	只读	光密度	光密度 1、2 字节, float, “0-1234” 解码
14	只读	光密度	光密度 3、4 字节, float, “0-1234” 解码

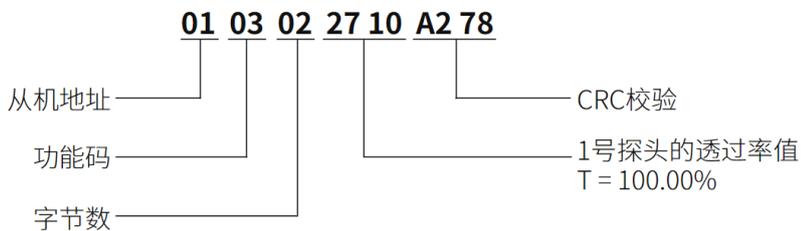
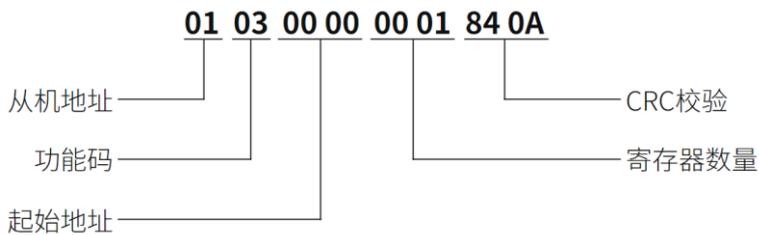
#### （一）读整形透过率值

读 1 号探头透过率值，对应寄存器地址为 0，假设 1 号探头的透过率值等于 100.00%

发送源码->01 03 00 00 00 01 84 0A

接收源码->01 03 02 27 10 A2 78

代码含义如下：



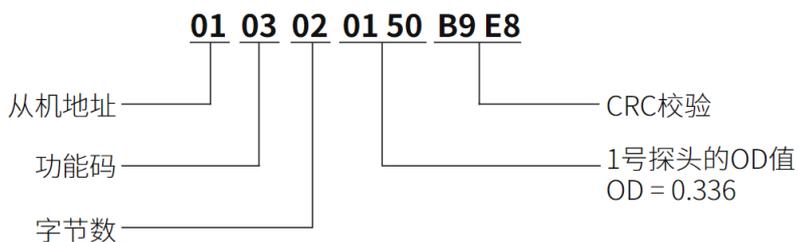
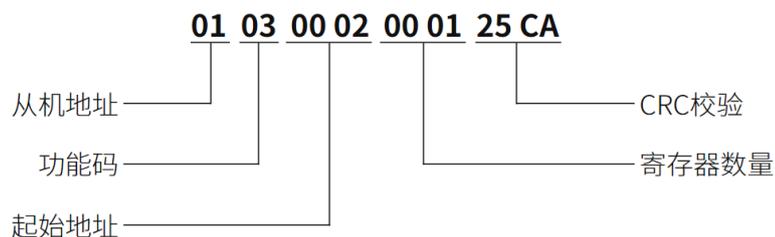
## (二) 读整形光密度值

读取 1 号探头光密度值，对应寄存器地址为 2，假设 1 号探头的光密度值等于 0.336

发送源码->01 03 00 02 00 01 25 CA

接收源码->01 03 02 01 50 B9 E8

代码含义如下：



## (三) 读浮点数光密度值

“2-3412” 和 “0-1234” 解码说明

根据 IEEE754 标准，float 量 1.234567 用 16 进制表示为 0x3F9E064B.

字节序号	1	2	3	4
字节数据	0x3F	0x9E	0x06	0x4B

“2-3412”解码的数据发送顺序为序号 3412。 “0-1234”解码的数据发送顺序为序号 1234。

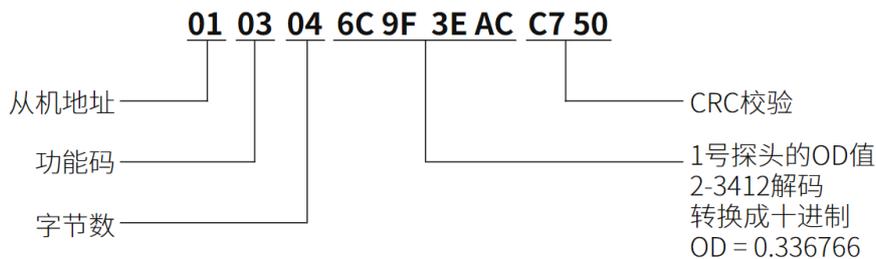
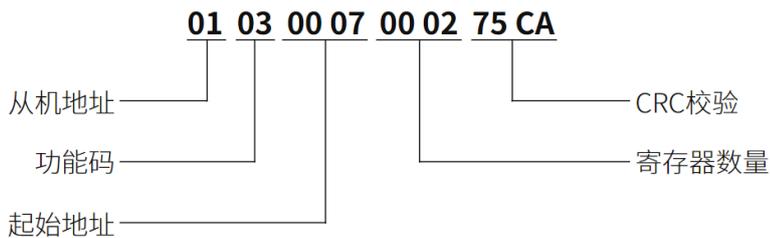
举例：读取 1 号探头的光密度值，假设光密度值等于 0.336766。

A：读取“2-3412”解码的数据时，对应寄存器地址 7、8，代码如下：

发送源码→01 03 00 07 00 02 75 CA

接收源码→01 03 04 6C 9F 3E AC C7 50

代码含义如下：

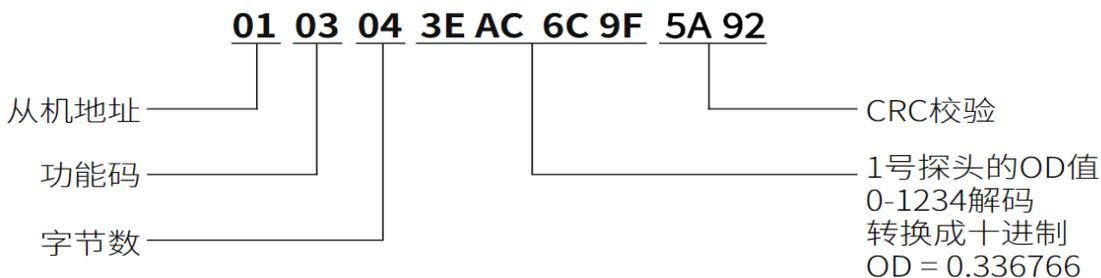
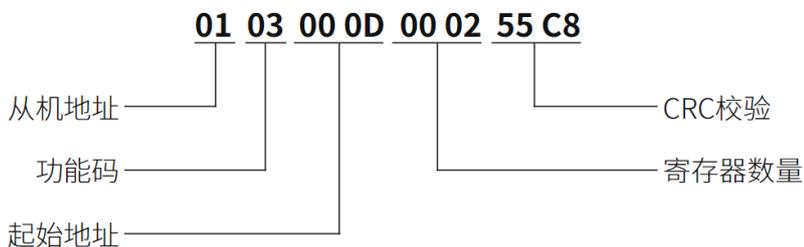


B：读取“0-1234”解码的数据时，对应寄存器地址 13、14，代码如下：

发送源码→01 03 00 0D 00 02 55 C8

接收源码→01 03 04 3E AC 6C 9F 5A 92

代码含义如下：



## 四、仪器校准调零

- 通过 06H、10H 功能码对仪器可以校准调零等操作。
- 校准操作，是用标准片或已知透过率材料对仪器进行校准。
- 调零操作，无测试物时，校准透过率到 100%或校准光密度到 0。
- 支持广播命令，一条指令对一条链路的所以控制器统一操作。（注：广播命令发送完后要等待 50ms 再发送第二条指令）。
- 也支持单点操作命令，可以只对单个探头进行校准调零操作。

寄存器地址	类型	数据内容	说明
43	读写	光密度校准值	int16, 三位小数, 整数除以 1000 有符号 16 位整形数据
44	读写	系统自动和手动调校标志	A: “0” 表示手动调校 B: “1” 表示自动调校
45	读写	透过率校准值	uint16, 两位小数, 百分数表示的透过率 无符号 16 位整形数据

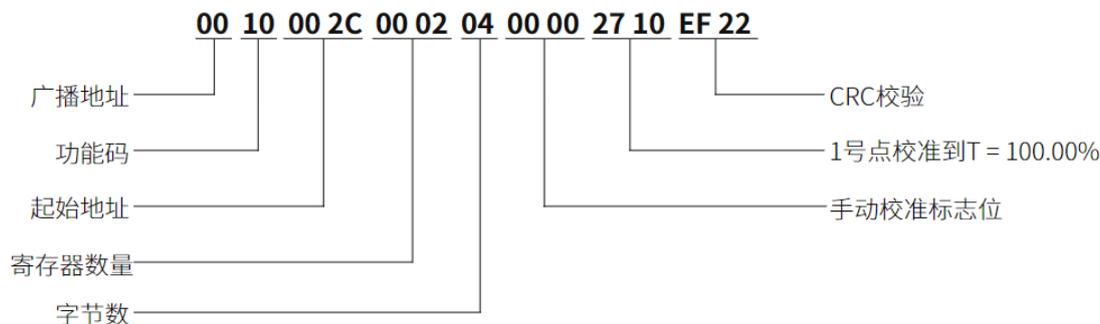
### （一）透过率校准或调零（广播命令）

- 如果放入了标准透过率的样品，可以调校到标准样品的透过率
- 在测试槽内为空的情况下，可以进行调零操作。

下面的例子是对所有探头调零到 100%。

发送源码->00 10 00 2C 00 02 04 00 00 27 10 EF 22

代码含义如下：



### （二）透过率校准或调零（单个探头校准）

- 如果放入了标准透过率的样品，可以调校到标准样品的透过率

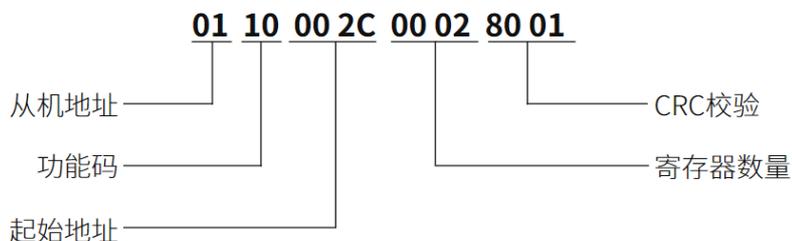
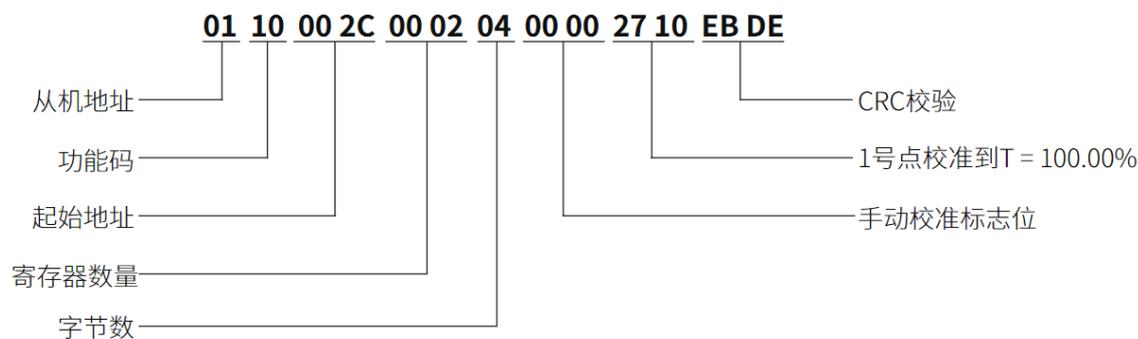
- 在测试槽内为空的情况下，可以进行调零操作。

下面的例子是以 1 号探头为例调零到 100%。

发送源码->01 10 00 2C 00 02 04 00 00 27 10 EB DE

接收源码->01 10 00 2C 00 02 80 01

代码含义如下：



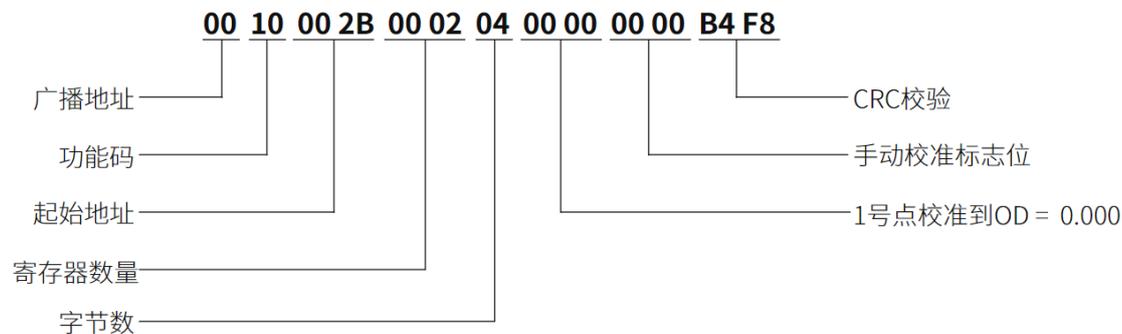
### (三) 光密度校准或调零 (广播命令)

- 如果放入了标准光密度的样品，可以调校到标准样品的光密度
- 在测试架内为空的情况下，可以进行调零操作。

下面的例子是对所有探头调零到 OD=0

发送源码->00 10 00 2B 00 02 04 00 00 00 00 B4 F8

代码含义如下：



#### (四) 光密度校准或调零 (单台控制器校准)

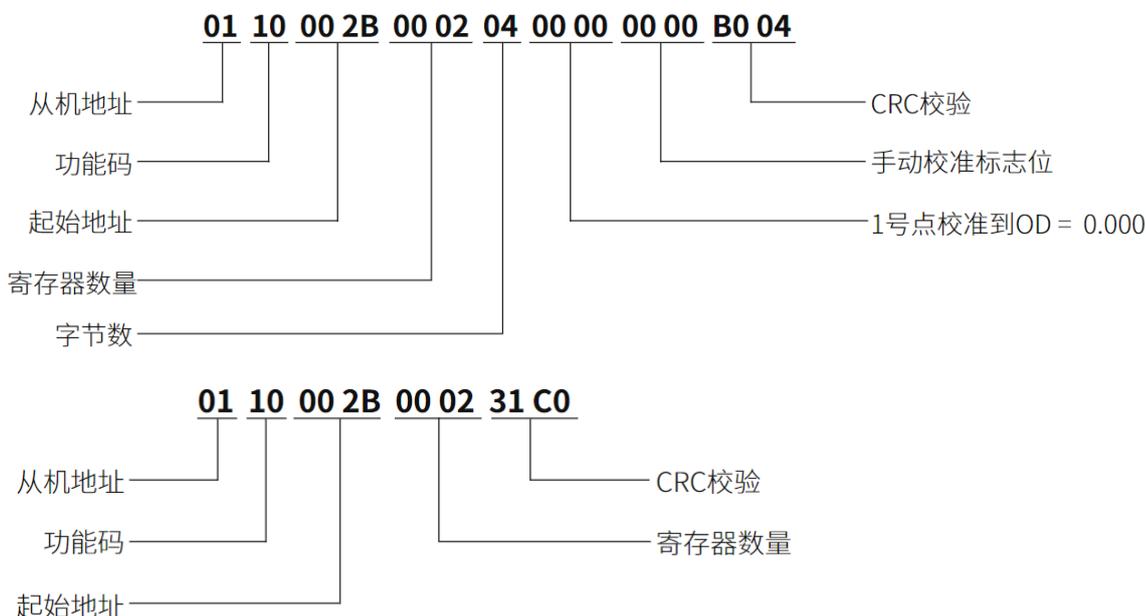
- 如果放入了标准光密度的样品，可以调校到标准样品的光密度
- 在测试架内为空的情况下，可以进行调零操作。

下面的例子是以 1 号探头的光密度调零到 OD=0

发送源码->01 10 00 2B 00 02 04 00 00 00 00 B0 04

接收源码->01 10 00 2B 00 02 31 C0

代码含义如下：



#### 五、探头站号和波特率设置

寄存器地址	类型	数据内容	说明
48	只读	RS485①的站号	uint16, 16 位整形数据, 范围(1-45) 硬件配置, 不可更改。
49	只读	RS485①的波特率	2 代表 19200, 定波特率
50	读写	RS485②的站号	uint16, 16 位整形数据, 范围(1-247, 0xAB 除外)
51	读写	RS485②的波特率	uint16, 0 代表 4800, 1 代表 9600, 2 代 表 19200, 3 代表 38400

#### 六、读系统状态

寄存器地址	类型	数据内容	说明
-------	----	------	----

52	只读	探头状态位	uint16, 16 位整形数据, bit0: 0 代表校准正常, 1 代表校准异常。Bit1-bit15 暂时未用, 默认值为 0。
----	----	-------	---

通过读取状态位（寄存器地址），实时监测仪器是否正常运行。

**注：**校准异常的可能原因：

1. 光路被灰尘阻隔，用无尘布擦拭对应点的镜头玻璃即可。
2. 自校准状态下，开机测试槽内有样品。
3. 人工校准时，人工校准值与校准板的标准值相差较大。
4. 光源永久性损坏，请寄回原厂维修。

## 七、通信回复延时设置

如果通信仪器回复速度过快，导致丢码，可以通过 06H 或 10H 功能码设置通信回复延时。

寄存器地址	类型	数据内容	说明
55	读写	通信回复延时选项	uint16, 可设范围（0-1000ms）

## 八、触发探头重新采集

当测量玻璃等块状材料时，当被测材料进入测试槽后，通过发送重新采集指令开始触发新采集。触发探头重新采集可以采用 05H 码操作，也可以用 06H、10H 码操作

寄存器地址	类型	数据内容	说明
500	只写	触发位	0x0000 代表无触发, 0xFF00 代表有触发。

## 九、错误信息码表

信息码	描述
01	功能码无效。
02	读写地址或数量错误
03	在自动校准模式下，改变校准值无效。
04	写寄存器的值不在允许范围内

## 十、寄存器特殊值及仪器异常处理

### （一）通信异常说明

开机后，当人机界面左上角的通信指示灯灰色，校准指示灯红色，温度显示无测量值，此时应进入“系统状态”界面，查看更详细情况。

如果所有探头都异常，说明该人机界面通信异常，一般通信异常有以下三个原因：

1. 探头供电异常，检查“探头”与“人机界面控制箱”的 7.5V 电源线是否正确连接，可用万能表测量接口电压是否为 7.5V。
2. 通信线接线不正确，检查“探头”与“人机界面控制箱”的 RS485 通信线是否连接正确。
3. 探头损坏，需返厂维修。

如果只有部分探头通信异常，那就是对应的探头损坏，需要返厂维修。

## （二）校准异常说明

当人机界面左上角的校准指示灯红色，或地址 52 寄存器值为 1，说明仪器校准异常，此时用户应进入“系统状态”界面，查看具体是哪个点或哪几个点异常，一般校准状态异常有以下四个原因：

1. 光路被灰尘阻隔，用无尘布擦拭对应点的镜头玻璃即可。
2. 自动校准状态下，开机时测试槽内有样品。
3. 人工校准时，人工校准值与校准板的标准值相差较大。
4. 光源永久性损坏，请寄回原厂维修。

## （三）特殊值说明

当探头出现异常时，测量值将是个特殊值，方便用户调试和排除故障

特殊值	出错内容
1111或0.1111	仪器故障，返回维修
8888或0.8888	数据采集出错
6666或0.6666	读数据的周期太短，需要增长数据的读取周期（默认大于300ms）