

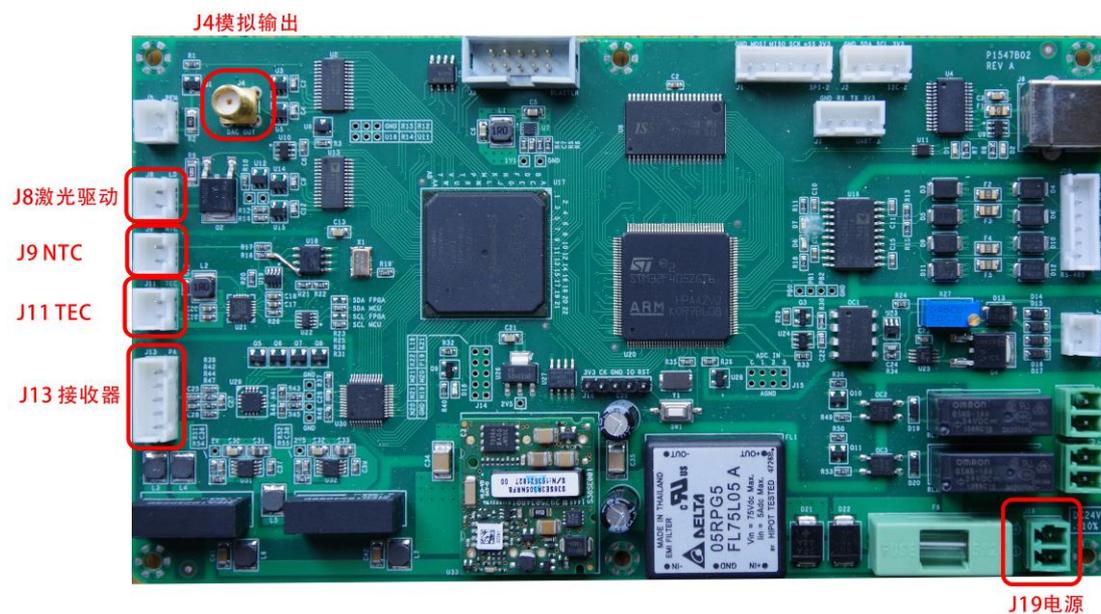
# 连续光调制系统通讯说明 1.1

Rev 1.0	初始版本
Rev 1.1	System Mode 中新增功能说明

## 连接

### 硬件接口

系统接口定义如下，引脚正负以表面丝印为准。

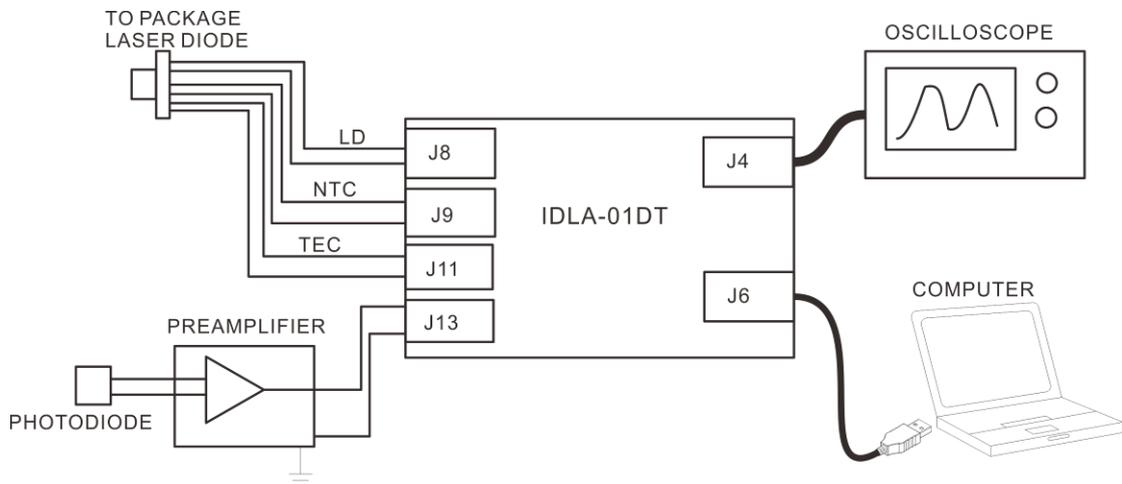


接口	标识	类型	注释
J19	POWER	电源输入	DC24V 电源输入
J4	DAC OUT	输出	模拟输出 (1f 锁相放大)
J6		通信	USB 连接电脑

图片	接口	标识	PIN	类型	注释
	J8	LD	+	输出	LD+
			-	输出	LD-
	J9	NTC	1	输入	NTC+/NTC
			2	地	NTC-/NTC
	J11	TEC	-	输出	TEC-
			+	输出	TEC+
	J13	PA	+5V	输出	可为前放供电+5V
			GND	地	信号地
			IN	输入	前放信号输入
			GND	地	信号地
-5V			输出	可为前放供电-5V	

\*上述接口为 2.54mm 间距

## 典型连接



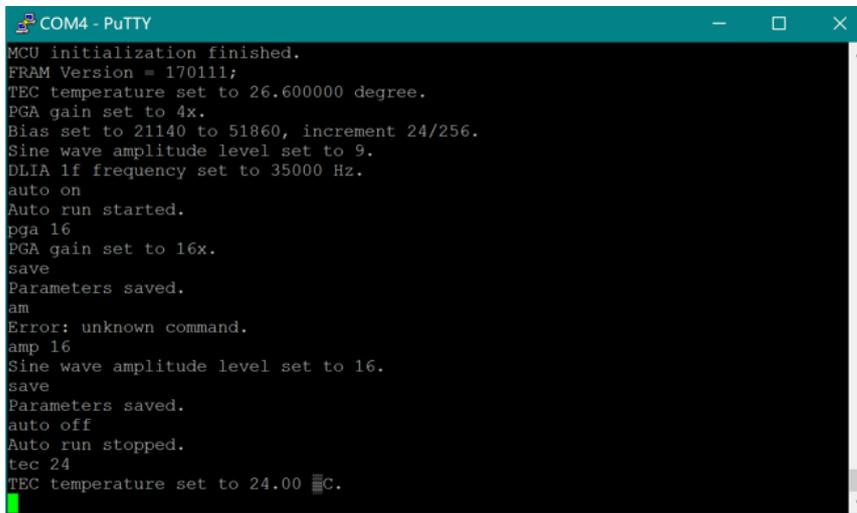
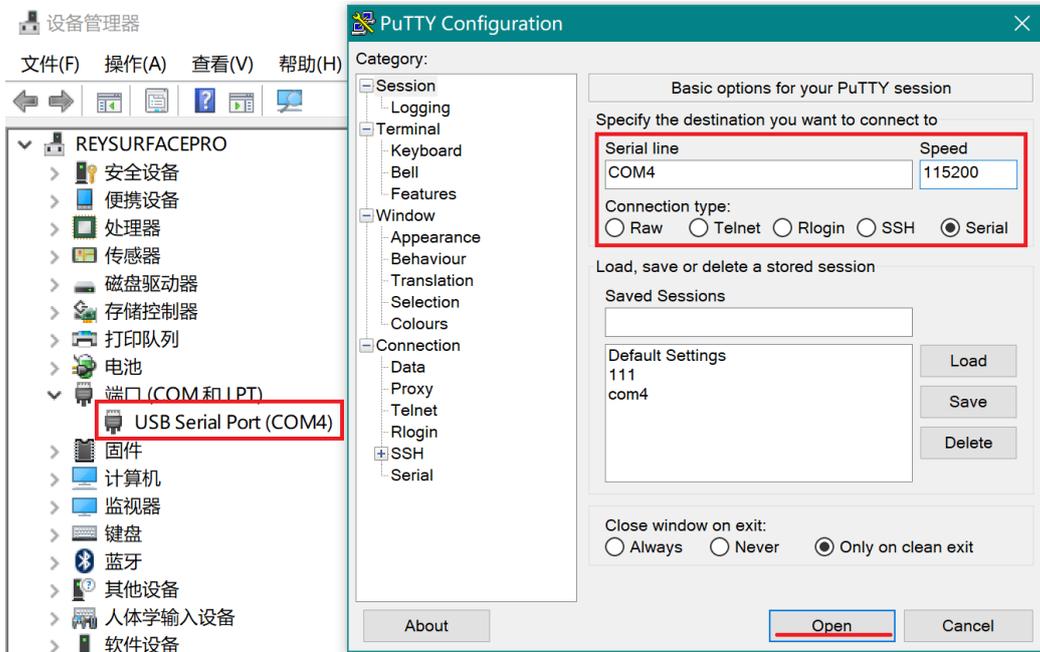
\*Laser diode: Eblana EP1654-DM-TP39

## USB 通讯说明

上电后，使用 USB-B 连接线将电路板连接至电脑 USB 口。系统采用 FT232R 芯片模拟串口，WIN7 以上系统会自动联网安装驱动。其他系统或未联网时请在 <http://www.ftdichip.com/Drivers/VCP.htm> 下载对应驱动。驱动安装好后会在“设备管理

器”出现新的串行设备，通讯速率默认为 115200bps。通过接收 ASCII 格式串行命令改变参数，命令以回车结束。

以下以 PuTTY 为例说明通讯方法。打开 PuTTY 后，连接选择 Serial，输入与设备管理器中一致的端口号，Speed 中输入 115200，点击 open 即可打开黑色的交互端口，通过键盘输入相关指令即可（Backspace 按键无效）。正确输入命令后系统会有提示设置结果，错误会返回 error 信息。



电脑为主控端（上位机），发送字符串命令，以“:”冒号作为起始符开始一行命令，以回车(\r\n)结束一行，下位机执行后返回信息。以下所有功能均可通过配套软件访问，建议以配套 TDLAS 软件完成设置并得到正确波形后，点 save 保存参数至下位机，再转由其他客户端来进行控制。

运行模式如下：

1	自动解调模式（由模拟输出口看解调结果）
---	---------------------

	<p>&gt;&gt;&gt;&gt;&gt; 发 auto on 开始， 返回(1)Auto run started. [[OK]]\r\n</p> <p>&gt;&gt;&gt;&gt;&gt; 持续进行扫描， 不返回其他。期间可以响应别的命令， 延迟最大一个扫描周期。</p> <p>&gt;&gt;&gt;&gt;&gt; 用 auto off 停止， 返回(0)Auto run stopped. [[OK]]\r\n</p>
2	<p><b>单次运行模式 (USB 返回数字结果)</b></p>
	<p>&gt;&gt;&gt;&gt;&gt; 发 start, 返回(1)Simple scan started [[OK]]\r\n</p> <p>&gt;&gt;&gt;&gt;&gt; 进行一次扫描后返回解调波形的数组。包含 1f, 2f 幅度, 以及 2f in-phase 和 2f quadrature 分量</p> <p>格式:</p> <p>amp1f = [ a1,a2,a3,a4,.....aNUM] \r\n</p> <p>i2f= [ c1,c2,c3,c4,.....cNUM]\r\n</p> <p>&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;&gt; NUM 为数据长度, 与 bias 设置各参数相关</p>
3	<p><b>单次 WMS 测量</b></p>
	<p>发送 wms</p> <p>&gt;&gt; 下位机返回: WMS start [[OK]]\r\n, 即开始单次的 wms 气体浓度运算, 仪器执行一定次数扫描后 (decimation 参数决定), 取平均值输出结果。</p> <p>&gt;&gt; 在大概 1 -8 秒后返回: 'XXXXXX'\r\n。 xxxxxx 为计算得到的结果, 范围 0~50000, 超过 50000 则为错误信息。数值上反应了 2f 解调信号上的峰高。数值幅度基于 1653.7nm 甲烷吸收峰, 单位为 ppm*m。但仍受到各个调制参数的影响。对于其他气体及波长, 理论上与此数值成比例。</p>
4	<p><b>连续 WMS 测量</b></p>
	<p>发送 meas on</p>

	<p>&gt;&gt; 下位机返回: WMS start[[OK]]\r\n, 即开始连续 wms 气体浓度运算, 每次执行的平均次数由 decimation 参数决定, 每执行一次并输出结果后, 立刻执行下一次。</p> <p>发送 meas off, 停止上述测量。</p>
--	---

**参数设置:**

(发送指令均以\r\n 结束)

发送	功能及返回值
about	<p>返回下位机当前保存的参数</p> <p>返回四行参数:</p> <p>&gt;&gt; 第一行 (%f) TEC.\r\n</p> <p>&gt;&gt; (浮点数, 与下发的参数一致)</p> <p>&gt;&gt; 第二行 (%d,%d,%d) PGA,freq,amp.\r\n</p> <p>&gt;&gt; (PGA 为 0~7, 对应器件的 1x~ 128x, freq, amp 与下发的一致)</p> <p>&gt;&gt; 第三行(%d,%d,%d) bias.\r\n</p> <p>&gt;&gt; (数值与下发命令 bias a,b,c 一致)</p> <p>&gt;&gt; 第四行 (%d,%d) dm,phase.\r\n</p> <p>&gt;&gt; (第一个参数 1 为 1f, 2 为 2f, 第二个参数为角度与下发的一致)</p>
dac 1f	<p>使模拟输出选择为 1f 解调输出</p> <p>返回(1f): DAC output [[OK]].\r\n</p>
dac 2f	<p>使模拟输出选择为 2f 解调输出</p> <p>返回(2f): DAC output [[OK]].\r\n</p>
phase x	<p>x 为角度 (0~360 整数), 设置 2f 解调的相位</p> <p>返回(%d)2F lock-in phase is set to %d degree. [[OK]]\r\n</p>

tec x	x 为摄氏温度，设置激光器目标控制温度
temp	返回当前激光温度
pga x	x 为 0~7，对应 PGA 器件的 1x~ 128x，设置可变增益放大器
amp x	设置正线调制幅度
bias a,b,c	设置三角波扫描起点、终点和斜率
deci x	WMS 算法的降采样率 decimation，可理解为平均次数。可为 1~99
save	保存当前的参数。断电重启后仍有效。

## RS485 MODBUS-RTU 通讯说明

仪器采用了 485 总线上 Modbus RTU 协议与外部仪器进行通信，通信波特率为 9600bps，8 位数据，1 位停止位，无奇偶校验。从机模式，从机地址 **161(0xA1)**，实现了 modbus 中 03，04 和 06 功能。具体的寄存器如下：

表 3-1，输入寄存器，只读，可以多位读取：

Address		Function 04	Input Register	
Dec	Hex	Address	Format	Description
0	0000	30001	uint16_t	处理后的浓度测量值  该值由第一个 WMS 峰高信号，经过比例修正，卡曼滤波和降采样后得到，相对 WMS 直接得到的值，有更好的噪声抑制。用于报警输出的判断。  范围 0-50000ppmm 大于 FF00 为测量失败
1	0001	30002	uint16_t	近期极大值。
2	0002	30003	uint16_t	报警限 1
3	0003	30004	uint16_t	报警限 2
4	0004	30005	uint16_t	超限记录数
5	0005	30006	uint16_t	4mA 对应测值
6	0006	30007	uint16_t	20mA 对应测值
7	0007	30008	uint16_t	比例修正系数，WMS 峰高乘以该值得到 30001 中的浓度值。  本值除以 100 后使用，例如 95 代表比系数为 0.95
8	0008	30009	int16_t	Ambient temperature.  PCB 附近测点温度  0x09C4 = 2500 = 25.00°C  0xFC18 = -1000 = -10.00°C

9	0009	30010	uint16_t	回波能量 0~65536
10	000A	30011	16bits	System Mode
11	000B	30012	16bits	System State
12	000C	30013	uint16_t	Station Code 子站号
13	000D	30014	uint16_t	采样间隔 0-999s 仅在连续测量模式下使用 小于 8 时为持续采样
14	000E	30015	int16_t	LD actual temperature. 激光器实际温度 0x09C4 = 2500 = 25.00°C 0xFC18 = -1000 = -10.00°C
15	000F	30016	int16_t	降采样率 可认为平均次数
16	0010	30017	uint16_t	Controls 控制寄存器
17	0011	30018	uint16_t	WMS 算法, 第一个峰值的搜寻范围, 左侧
18	0012	30019	uint16_t	WMS 算法, 第一个峰值的搜寻范围, 右侧
19	0013	30020	uint16_t	WMS 算法, 第一个峰值的峰高
20	0014	30021	uint16_t	WMS 算法, 第一个峰值的位置
21	0015	30022	uint16_t	WMS 算法, 第二个峰值的搜寻范围, 左侧
22	0016	30023	uint16_t	WMS 算法, 第二个峰值的搜寻范围, 右侧
23	0017	30024	uint16_t	WMS 算法, 第二个峰值的峰高
24	0018	30025	uint16_t	WMS 算法, 第二个峰值的位置

表 3-1, 保持寄存器, 可多位读取, 一位读写:

Address		Function 03/06	Holding Register	
Dec	Hex	Address	Format	Description
0	0000	40001		

1	0001	40002	uint16_t	近期极大值。可置 0
2	0002	40003	uint16_t	报警限 1, 可写
3	0003	40004	uint16_t	报警限 2, 可写
4	0004	40005	uint16_t	超限记录数, 可置 0
5	0005	40006	uint16_t	4mA 对应测值
6	0006	40007	uint16_t	20mA 对应测值
7	0007	40008	uint16_t	比例修正系数 本值除以 100 后使用, 例如 95 代表比系数为 0.95
8	0008	40009		
9	0009	40010		
10	000A	40011	16bits	System Mode
11	000B	40012		
12	000C	40013	uint16_t	Station Code 子站号
13	000D	40014	uint16_t	采样间隔 0-999s 仅在连续测量模式下使用 <8 时为持续采样
14	000E	40015	int16_t	LD temperature set point. 激光器设置温度 0x09C4 = 2500 = 25.00°C 0xFC18 = -1000 = -10.00°C
15	000F	40016	uint16_t	降采样率
16	0010	40017	uint16_t	Controls 控制寄存器
17	0011	40018	uint16_t	WMS 算法, 第一个峰值的 搜寻范围, 左侧
18	0012	40019	uint16_t	WMS 算法, 第一个峰值的 搜寻范围, 右侧
19	0013	40020	uint16_t	
20	0014	40021	uint16_t	
21	0015	40022	uint16_t	WMS 算法, 第二个峰值的 搜寻范围, 左侧

22	0016	40023	uint16_t	WMS 算法, 第二个峰值的搜寻范围, 右侧
23	0017	40024	uint16_t	
24	0018	40025	uint16_t	

表 3-3, 以 bit 控制的寄存器说明如下:

DCS Tagname	Signal Description	Register Name	DCS Modbus Register	BIT	Function Code
存储参数	置 1 后存储所有系统参数, 自动恢复 0	System Mode	30011/40011	0	3,4,6
测量时序 1	置 1 为连续模式测量模式			1	3,4,6
测量时序 2	置 1 为触发模式测量模式			2	3,4,6
DAC 输出选择	选择 DAC 为 1f 或 2f 输出			3	3,4,6
自动增益模式	置 1 时, 系统会尝试自动改变 PGA 增益, 以获得最佳的输入信号强度, 常用于远程测量系统			4	3,4,6
温度跟踪速度	置 1 时, 会调低温度 PID 反馈环的响应速度。防止一些情况下温度振荡导致的信号异常			6	3,4,6
检测失败	WMS_FAIL	System State	30012	0	4
回波能量低	WMS_SIGNAL_LOW			1	4
回波能量高	WMS_SIGNAL_HIGH			2	4
回波信号异常	WMS_BAD_SIGNAL			3	4
检测成功	WMS_SUCCESS			7	4

报警 1				8	4
报警 2				9	4
指示激光	置 1 打开指示激光	Controls	40017	0	3,6
检测触发	仅在触发测量模式下使用，置 1 开始检测			8	3,6

## 连接说明

固定式仪器以 MODBUS RTU 操作界面为主。电脑端配置通信波特率为 9600bps，8 位数据，1 位停止位，无奇偶校验。从机地址需为 **161(0xA1)**。以使用 Modbus poll 软件为例，界面如图 7-3 所示。

操作时应首先配置 SYSTEM MODE 寄存器，设置为 02，为间隔测量模式。仪器会以一定的测量间隔持续工作。用 SCAN INTERVAL 寄存器设置测量间隔时间（秒），小于 6 秒时激光器将连续工作。考虑激光器寿命应适当拉长间隔，例如 60 秒以上。

仪器工作支持搜寻两个 WMS 波形上的峰，峰值的搜索范围可在寄存器中设定。其中第一个峰为主要测量值。仪器将该值乘以比例系数，经过卡曼滤波，平均以后，放入存入 30001 寄存器。正常工作测量值为 0-50000，SYSTEM STATE 寄存器低 8 位为 128(0x80)。当出现异常时，30001 寄存器将大于 65280（高 8 位为 FF），后 8 位同 SYSTEM STATE。SYSTEM STATE 按位指示出失败原因：回波信号过低 (WMS\_SIGNAL\_LOW)，信号饱(WMS\_SIGNAL\_HIGH)，信号变形(WMS\_BAD\_SIGNAL)。回波信号能量水平还可以通过 ENERGY LEVEL 寄存器看到。

近期的最大测量值存入(30002/40002)。40002 可写，用于清除近期最大值。

ALARM1 和 ALARM2 寄存器分别设定继电器 1 和继电器 2 的报警限。OUT LIMIT NUM 表示近期报警数量，每次报警+1，可清 0。IOUT\_4MA 和 IOUT\_20MA 表示 4-20mA 输出上下限代表的测值。SYSTEM STATE 高 8 位含有 ALARM1 和 ALARM2 状态。

系统还可以设置为触发模式，将 SYSTEM MODE 设为 0。仪器将等待外部将 CONTROL 寄存器 8 位设置为 1 时，才进行测量和报警；这种模式由远程控制测量的进行，一般用于和云台同步，或手动监控等。

CONTROL 寄存器 0 位用于控制红色指示激光。此外将 SYSTEM MODE 最低位置 1，仪器将存储当前的所有参数，之后自动回 0。

	Alias	00000
0	ppmXm	12
1	Recent Max	1052
2	Alarm1	1000
3	Alarm2	10000
4	Alarm Num	0
5	Iout 4mA	0
6	Iout 20mA	16000
7	Abs2ppm rate	50
8	Ambient temp	3706
9	Enegey level	1056
10	System Mode	10
11	System state	0000 0000 1000 0000
12	Station Code	1
13	Scan Interval	0
14	Laser temp	2005
15	Decimation	1
16	Controls	2
17	WMS0left	100
18	WMS0Right	200
19	WMS0Peak	38
20	WMS0PeakLoc	199
21	WMS1left	20
22	WMS1Right	1000
23	WMS1Peak	124
24	WMS1PeakLoc	210

**Read/Write Definition** ✕

Slave ID:  OK

Function:  Cancel

Address:  Protocol address. E.g. 30011 -> 10

Quantity:

Scan Rate:  [ms] Apply

Disable

Read/Write Disabled

Disable on error Read/Write Once

View

Rows

10  20  50  100  Fit to Quantity

Hide Alias Columns  PLC Addresses (Base 1)

Address in Cell  Enron/Daniel Mode

图：通过 Modbus poll 控制仪器