

成都业贤科技有限公司

LD 驱动模块

用户手册

业贤科技

2016-3-12

本文档详细描述了 LDM 的结构，特性和使用方法，供使用 LDM 系列产品的用户参考。
更多详细信息，请访问 www.yexian.com。

目录

1	常规信息.....	1
1.1	完善的常规功能.....	2
1.1.1	恒流驱动功能.....	2
1.1.2	过温保护功能.....	2
1.1.3	调制器功能.....	2
1.1.4	性能可靠、使用方便.....	2
1.1.5	用户控制接口.....	2
1.2	全面的保护功能.....	3
1.3	设备安全.....	3
1.4	静电安全.....	3
1.5	本手册中常见的缩写以及名词.....	4
2	开始使用.....	5
2.1	装箱清单.....	5
2.2	操作元素.....	5
2.3	用户如何控制模块.....	7
2.4	手持用户接口模块 UIM.....	8
2.5	计算机控制的软件.....	8
2.6	首次使用的注意事项.....	10
3	串口接口 F8 和 F6.....	11
3.1	3 针计算机通讯串口 F6.....	11
3.2	5 针 UIM 显示通讯串口 F8.....	12
3.3	两个串口同时使用.....	12
3.4	串口的保护.....	12
4	安装模块.....	13
4.1	模块安装和散热.....	13
4.2	选择和连接电源.....	13
4.3	选择模块的控制方式.....	15
4.4	熟悉菜单系统.....	16
4.5	错误信息.....	17
4.6	模块自身温度.....	17
5	LD 驱动.....	19
5.1	参数保存和存储器设置.....	19
5.2	电流设置.....	20
5.3	电流选项.....	21
5.4	输出设置及状态.....	22
5.5	过温保护.....	22
5.6	过压保护.....	23
5.7	过流保护.....	24
5.8	电流输出开关.....	25
5.9	模块测试.....	26
5.10	连接 LD.....	26
5.11	减小电流纹波.....	26

6	信号发生器.....	27
6.1	频率设置.....	27
6.2	脉宽设置.....	27
6.3	输出设置及状态.....	28
6.4	脉冲应用.....	29
6.5	同步信号.....	29
7	电流调制.....	1
7.1	数字调制.....	1
7.2	模拟调制.....	3
7.3	联合调制.....	5
7.4	调制速度.....	6
7.5	调制时的偏置电流.....	7
8	错误提示.....	8
8.1	系统错误列表（Error Count）.....	8
8.2	驱动模块错误提示种类.....	8
8.3	驱动模块的错误日志.....	9
8.4	驱动模块的错误状态.....	10
8.5	驱动输出自动恢复.....	11
8.6	错误掩码.....	12
8.7	错误提示信息.....	13
9	外部状态.....	15
9.1	外部状态.....	15
9.2	外部控制.....	15
9.3	外部锁定.....	15
9.4	外部状态.....	16
10	远程接口.....	16
10.1	远程 SW 输入.....	17
10.2	TOK 输入.....	17
10.3	电源输出 V+.....	17
10.4	LED 输出 LED-.....	17
11	多模块协同工作.....	19
11.1	1 个串口控制多个模块.....	19
11.2	温控模块输出温度保护信号给 LD 驱动模块.....	19
12	附录.....	20
12.1	串口通讯设置.....	20
13	版本历史.....	20

1 常规信息

本手册介绍本公司所产的 LD 驱动模块 LDM 系列的使用。

关于 LD 驱动模块的特性指标，请参见相关产品的数据表。

手持用户接口模块 UIM 的使用，请参见相关文档。

串口控制方法，协议请参考文档：数控 RS232 通讯协议。软件 EasyHost 最新版里，点击每行参数后面的“帮助”按钮，在弹出的帮助界面里，可以查询到该对应参数的具体通讯命令名称。

配套软件的使用，请参见其相关使用手册。

相关技术文档和应用笔记请到我司网站 www.yexian.com 技术支持下载。

1.1 完善的常规功能

1.1.1 恒流驱动功能

- ✓ 恒流驱动，电压自适应。
- ✓ 输出电流可数字调节。
- ✓ 输出电流可模拟调制。
- ✓ 输出电流可数字调制。

1.1.2 过温保护功能

- ✓ 1 个外部温度保护信号输入接口，该信号可以关断输出。
- ✓ 部分型号的温度保护输入接口可以接热敏电阻。

1.1.3 调制器功能

- ✓ 集成 1 个调制器，输出频率和脉宽可调。
- ✓ 输出脉冲可以用来调制输出电流，也可输出到 Q 开关作为调制信号。

1.1.4 性能可靠、使用方便

- ✓ 安装底板为平面，可以非常方便的安装在合适的平板上。
- ✓ 安装底板和电路绝缘，温控器可直接放置在任意实验平台上。
- ✓ 有金属外壳保护，防止用户错误触碰电路，造成损坏，方便实验室使用。

1.1.5 用户控制接口

- ✓ 支持 3 种控制方式：计算机控制、UIM 控制、独立运行。。
 - a) 计算机控制：提供完善的串口控制协议，用户可自己通过对串口编程控制模块；当然，我们也提供多款免费的上位计算

机辅助软件帮助用户直接控制。

- b) UIM 控制：可选的手持用户接口模块（UIM），可操作 LD 驱动模块的所有调节、设置和保存功能。
 - c) 独立运行：参数设定完成后，可脱离计算机和 UIM 运行；此时仍然可以通过按键开关或远程接口的高低电平对 LCM 模块进行控制。
- ✓ 可实现 1 个串口同时控制多个模块。
 - ✓ 双串口支持，可同时连接用户接口模块和计算机。
 - ✓ 具备按键开关，和远程接口（远程开关输入，温控对象状态输出）。
 - ✓ LED 指示灯显示电源、过温保护、开关和错误状态。

1.2 全面的保护功能

- 1) 可软件灵活设置的过流保护和恢复功能。
- 2) 可软件灵活设置的输出过压保护和恢复功能。
- 3) 电源电压监测报警。
- 4) 对外接口静电保护。
- 5) 铁电存储及写保护功能。

1.3 设备安全

注意：本手册所提到的保护功能以及指标特性都是在设备正确使用的前提下获得的。

使用本产品前，必须阅读使用手册和相关文档。

绝对不允许自行拆卸本产品的保护盖。

注意：手机、功放等强干扰器件在本产品的附近，可能会影响输出的稳定性，甚至可能影响本产品的正常运行。

1.4 静电安全

本产品在设计时，已考虑到对静电损害的防护。但是，鉴于静电的强大

危害性，仍然强烈提醒使用者，在使用本产品的过程中，注意静电防护，减少产品损害的可能性。其中一个最普通也最有效的措施是，如果环境空气较为干燥，则用手触摸产品前，先在其他接地的物体上进行放电。

1.5 本手册中常见的缩写以及名词

- 1) LDM: Laser diode Driver Module 的首字母缩写。LD 驱动模块。
- 2) UIM: User Interface Module 的首字母缩写。用户接口模块。
- 3) Temp: 完整英文单词温度 Temperature 的简写。
- 4) TEC: Thermoelectric Cooler。半导体致冷器。
- 5) NTC: Negative Temperature Coefficient。负温度系数。
- 6) PTC: Positive Temperature Coefficient。正温度系数。
- 7) PT: 金属铂。
- 8) 过流: 实际电流超过允许的电流。
- 9) 过压: 实际电压超过允许的电压。
- 10) 欠压: 实际电压小于需要的电压。
- 11) 过温: 温度超过允许的最高温度，或者低于允许的最低温度。

2 开始使用

2.1 装箱清单

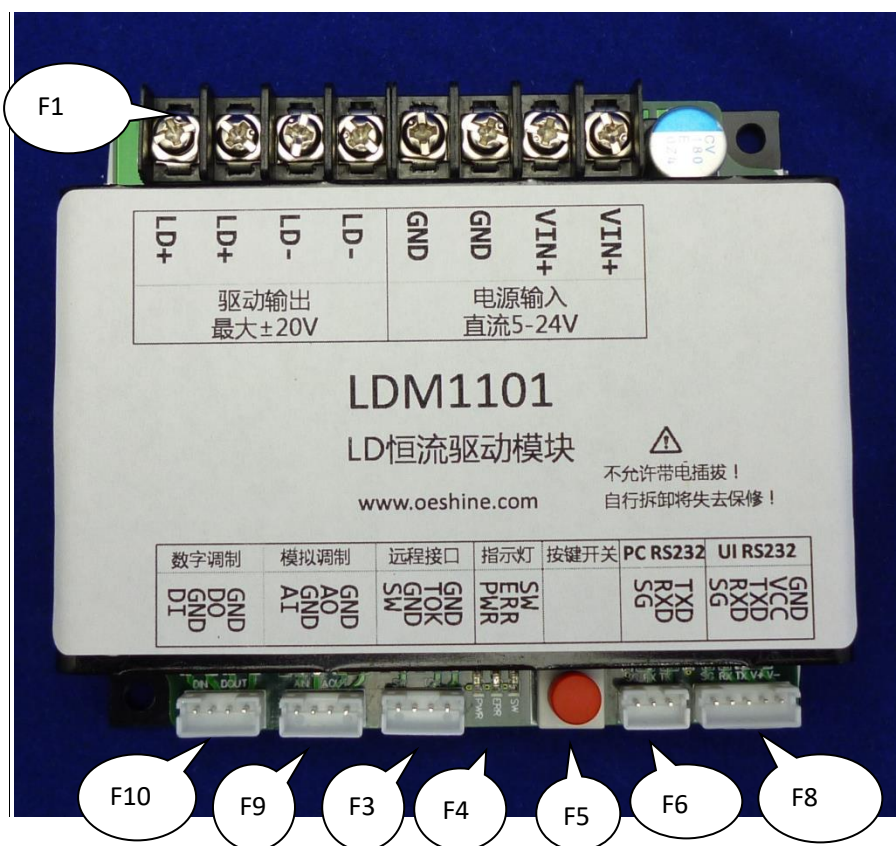
打开包装，包装内部含有以下物品及附件。

注意：为了方便标识，用大写字母 E 加上阿拉伯数字来标识随机所带各种物品。比如，E1 表示核心模块，E7 则表示可选配件手持用户接口模块。

- 1) E1: LDM 模块 1 个。
- 2) E2: 3 根 4 针单端 PH2.0 接口排线，长度 50cm。可用于模拟调制、数字调制、远程接口。
- 3) E3: 计算机连接线。1 端是 3 针 PH2.0 插头，1 端是 DB9 母头，长 1 米。
- 4) E4: 光盘一张。包括辅助软件，各种文档，使用手册。
- 5) E5: 可选配件手持用户接口模块。需另外选购。
- 6) E6: 可选配件手持用户接口模块的线缆。选购 E5 时附送。

2.2 操作元素

注意：为了方便标识，用大写字母 F 加上阿拉伯数字来辅助标识各个接口。比如，F1 表示功率接口，F8 则 UIM 通讯串口。



1) F1: 功率接口。

- ✓ **VIN+:** 电源输入正极；
- ✓ **GND:** 电源输入负极；
- ✓ **LD+:** LD 驱动输出正极，接 LD 的正极；
- ✓ **LD-:** LD 驱动输出负极，接 LD 的负极；

2) F3: 远程控制接口。

- ✓ **V+:** 小信号电源输出；
- ✓ **SW:** 含远程开关输入；
- ✓ **TOK:** 外部过温保护状态输入；
- ✓ **LDxLED-:** LDx 的输出指示灯 LED 驱动负极；
- ✓ **ERRLED-:** 模块错误指示灯 LED 驱动负极；

3) F4: LED 指示灯。

- ✓ **PWR:** 电源上电指示灯。有电，灯亮。
- ✓ **ERR:** 错误信息指示灯。无错误，灯灭；仅有过温错误时，灯闪烁；有其它错误，则灯亮。

- ✓ SW: 输出指示灯。使能输出, 且有实际输出, 灯亮; 使能输出, 但输出关闭, 灯闪烁; 设置为不输出, 则灯灭。
- 4) F5: 按键开关。自锁按键, 按下时按键会锁定, 此状态为打开, 再次按下时, 按键开关会向上弹起松开, 此时状态为关闭。此后, 本手册直接简称其操作为打开按键开关 F5, 或者关闭按键开关 F5。
- 5) F6: PC RS232, 计算机通讯串口。可连接计算机。
- 6) F8: UI RS232, UIM 通讯串口。可接用户接口模块 UIM。
- 7) F9: 模拟调制接口。AIN/AI: 模拟调制输入, 输入信号的电压值可以控制输出电流的幅值; AOUT/AO: 与输出电流成正比的模拟信号输出。
- 8) F10: 数字调制接口。DIN/DI: 数字调制信号输入; DOUT/DO: 脉冲信号输出。
- 9) 互锁接口。

2.3 用户如何控制模块

- 1) 使用硬件手持用户接口模块 (UIM) 来控制模块。断电情况下, 连接 UIM 和模块, 上电后即可使用 UIM 来控制模块。
- 2) 或者使用计算机来控制模块。
 - a) 可使用我方提供的软件控制模块。
 - b) 如果用户欲自己编程控制模块, 可参考我司的串口通讯协议和参数含义表 (在随机光盘里), 基本方式: 按照通讯协议往 RS232 串口发送或接收特定字符串即可完成控制和读取功能。
- 3) 使用单片机、FPGA 等微处理器来控制模块。
 - a) 任何满足 RS232 串口要求的接口, 都可按照通讯协议与模块通讯, 比如单片机和 Linux 系统的串口。
 - b) 基本方式: 按照通讯协议往 RS232 串口发送或接收特定字符串即可完成控制和读取功能。
 - c) 注意: 模块的串口接口为 RS232 电平 ($\pm 15V$, 具体参见说明书末尾“性能特性”部分), 因此使用微处理器来控制模块时, 可能需要 RS232 芯片进行电平转换。

2.4 手持用户接口模块 UIM

1) 用户接口模块，简称 UIM。UIM 用于观测参数、调节参数、保存参数。

它可以通过排线连接在模块上，获取信息，通过 LCD 液晶屏幕显示特定信息，供用户观测；同时提供调节按钮，供用户调节特定参数；也可以通过特定按键，实现指定参数的保存。



2) 关于 UIM 的详细介绍请阅读《UIM 用户手册》。

2.5 计算机控制的软件

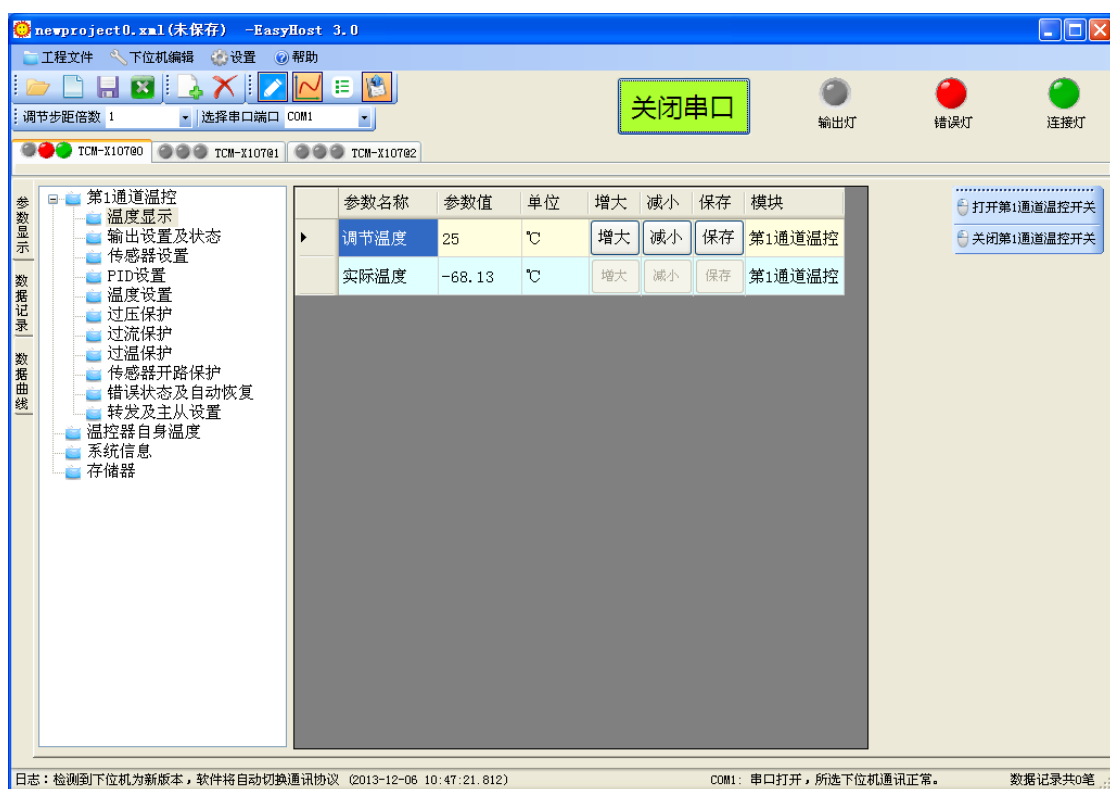
可使用计算机控制，为此我们提供多个配套的上位机软件。具体软件使用说明请参见其软件用户手册。

每款软件有各自的特点和用途。

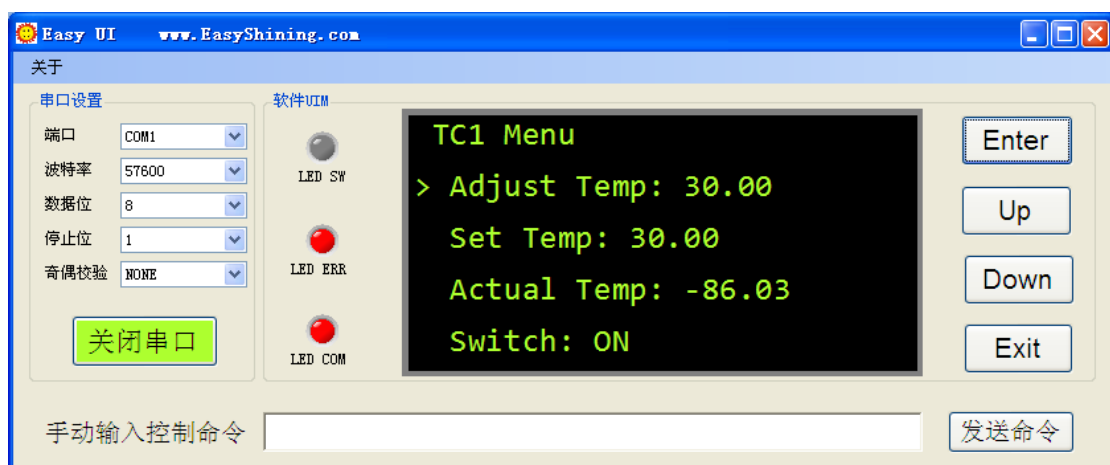
软件名称	软件特点	适用用户
EasyHost	全中文界面，使用方式简单	普通用户
EasyUI	用户接口模块 UIM 的模拟软件	普通用户
EasyCom	用于学习我司的数控命令	高级用户

1) EasyHost 软件是一款专门针对计算机控制进行优化的上位机的软件。界面清楚简单，使用方便。支持 1 个串口控制多个下位机。该软件的使用方法，请

单击下拉菜单帮助，阅读帮助文件。普通用户推荐使用该软件。



- 2) EasyUI 软件是软件模拟手持用户接口模块 (UIM)。通过对 LCD 液晶，按键，LED 指示灯的软件模拟，用户可以操作 EasyUI 如同操作 UIM 一样方便直观。该软件可以完成参数观测、参数设置、参数保存等最基本也是最重要的操作。使用方式请观看教学视频。



- 3) 使用计算机控制时，需要连接模块到计算机的串口，如果没有串口，可以使用 USB 转串口线。某些计算机系统具有 USB 省电节能功能，可能会导致 USB 转串口使用时出问题，因此请先关掉 USB 省电节能功能。

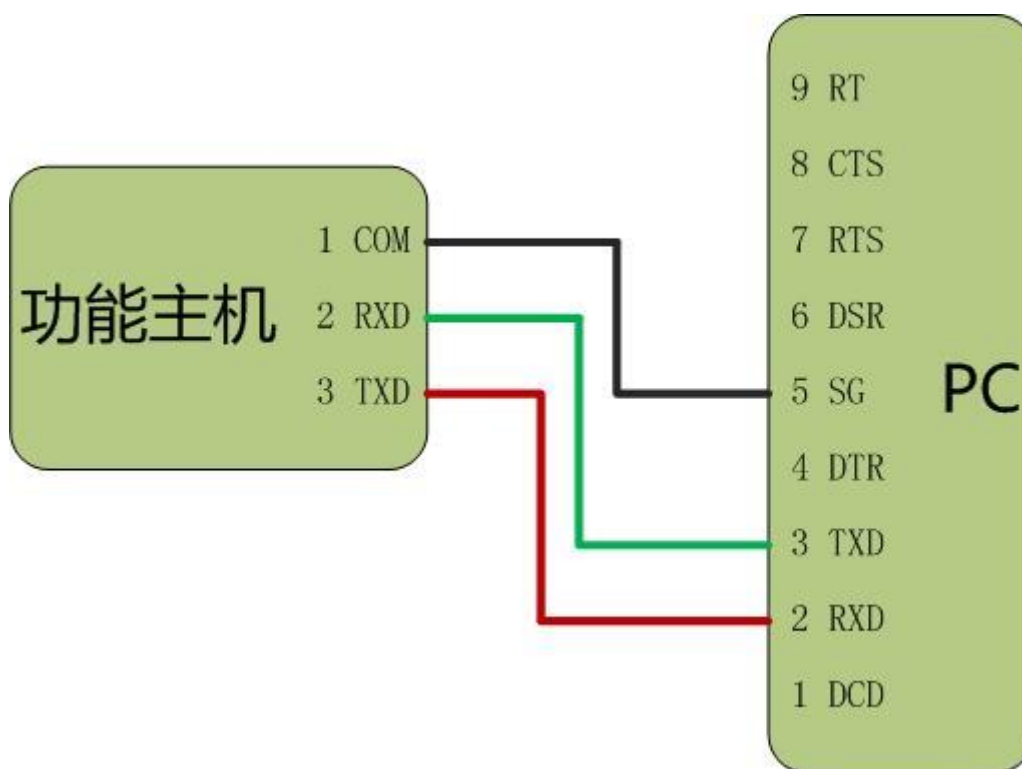
2.6 首次使用的注意事项

- 1) 首次使用的用户，必须先阅读本使用手册。
- 2) 首次使用时，不得连接 LD。
- 3) 首次使用时，先关闭按键开关 F5，连接电源输入到 F1 接口，连接 UIM 到接口 F8（如果使用计算机控制，则连接计算机串口到接口 F6）。开机启动后，请参照使用手册逐步设置。设定完成，功能正常后，再关机后连接 LD。

3 串口接口 F8 和 F6

3.1 3 针计算机通讯串口 F6

- 1) 计算机通讯串口 F6（PC RS232），为三针接口。该接口采用串口 RS232 通讯，可连接到计算机的串口。用户使用计算机控制模块时，需要使用该接口。
- 2) 该串口不支持热插拔，请断电后再连接线缆。
- 3) 连接时，使用三针（1 COM; 2 RXD; 3 TXD）通讯。1 COM 即通讯地。



- 4) 和计算接连接时，可以使用软件 EasyHost 或 EasyUI 控制模块。
- 5) 用户也可以通过串口命令直接控制模块。串口控制命令参见文档：数控 RS232 通讯协议。我司提供一个串口辅助工具软件 EasyCom 帮助用户熟悉这些串口命令。
- 6) 随机所带的计算机连接线已经完成了交叉（RXD 和 TXD 交叉），可以直接插在计算机的公座上。

3.2 5 针 UIM 显示通讯串口 F8

- 1) UIM 显示通讯串口 F8 (UI RS232)。用户使用 UIM 控制模块时，需要使用该接口。
- 2) 该接口采用串口 RS232 通讯，为 5 针接口，3 针用于串口通讯，2 针给 UIM 供电。UIM 的 RXD 和 TXD 已经交换位置，所以可以使用直连排线(随机配件 E8)。
- 3) 该串口不支持热插拔，请断电后再连接线缆。

3.3 两个串口同时使用

- 1) 本模块支持两个串口同时使用。显示串口 F8 连接到用户接口模块，通讯串口 F6 连接到计算机。
- 2) 计算机通讯串口 F6 (PC RS232) 具有更高的优先级，因此模块会优先处理该串口传来的命令。所以如果计算机和温控模块通讯过于频繁，会导致用户接口模块 UIM 响应变慢或丢失响应。

3.4 串口的保护

- 1) 模块的串口芯片已含有 $\pm 15\text{kV}$ 的静电保护。
- 2) 这种保护能够满足基本的需求，但是不满足工作条件恶劣的情况。如果用户最后组装的系统工作条件恶劣，外部的 RS232 会直接与驱动模块的 RS232 接口通讯，建议从机箱的 DB9 开始到 PC RS232 依次增加 GDT 气体放电管(用于防雷)，PTC 自恢复保险丝，双向 TVS 二极管，磁珠(可选)，限流电阻。
- 3) 两个串口均不支持热插拔，如果客户想实现热插拔，请客户购买商用的串口隔离器件对模块串口进行保护。

4 安装模块

本章以 EasyHost 为例进行设置介绍。每节介绍末尾会附上在 EasyUI 和 UIM 中的设置位置。

4.1 模块安装和散热

- 1) 模块（E1）上有两个 M4 孔，可使用两个 M3 或者 M4 螺钉把模块固定在其它物体上。具体尺寸参见对应的数据手册。
- 2) 本模块属于低功耗高效率产品，功率损失低。低电流下，可通过自然散热完成散热工作，高电流下，需要合理安装额外的散热器增加可靠性。
- 3) 模块的散热方式，安装方式会影响模块本身的温度，当模块达到危险温度时，模块会关闭输出，所以这会限制模块的电流输出能力。
- 4) 由于模块效率高，发热小，所以使用风扇进行强制风冷的情况下，散热器的尺寸可以很小。
- 5) 请用户初次使用时，建议用户模拟工作环境和功率输出强度，观测模块温度，确定模块的散热器措施，调整安装方案。
- 6) 如果是把模块固定到机箱里，以后不再更换位置时，建议在模块的底部和安装位置之间添加导热材料，比如导热硅脂。

4.2 选择和连接电源

- 1) 模块需要**直流电源**供电。
 - ✓ 电源可使用线性稳压电源，但是连接前需要先调节电源电压至合适范围，再连接模块；
 - ✓ 也可使用开关电源；
 - ✓ 也可以使用适配器；
 - ✓ 也可以使用锂电池供电。
- 2) 电源电压选择：
 - ✓ 请注意电源输入必须要满足模块的电源电压范围。具体范围值请参照

本手册末“性能特性”这一章的对应型号参数。如果超出极限工作电压范围，可能损害模块，后果自负。

- ✓ 电源电压尽量高于 LD 电压 2V 以上。常规情况下，建议选择 12V 电源。如果 LD 的电流小于模块输出能力的一半，且 LD 电压低于 3V，可以选择 5V 电源供电；如果 LD 实际工作所需的电压大于 10V，建议选择大于 24V 电压的电源。
- ✓ LD 电压小于电源电压的 10%时，纹波电流会增大；因此针对不同的 LD 特性请选择不同电源电压，尽量保证 LD 电压在电源电压的 10%~80%之间。

3) 电源功率选择：

- ✓ 请根据所需的输出功率来选择电源功率。通常情况下，电源功率选择为 LD 实际工作时最大电功率的 1.2 倍以上。
- ✓ LD 功率用它的电流和电压的乘积计算得到。一般情况下，LD 的数据表里会提供电流和电压的数据。如果电源功率不够，请更换功率足够的电源。
- ✓ 在满足功率要求的情况下，不要求电源电流大于 LD 电流。
- ✓ 如果电源的功率不够，可能导致运行过程中电源电压降低，模块关闭输出并报警。尤其是可调稳压电源，用户可能忘记把供电电源的限流值设定到合适的值，导致运行过程中功率不够，模块关闭输出，报错：电源电压错误。
- ✓ 电源实际输入电流是自适应的，大致等于 LD 功率除以电源输入电压。
- ✓ 如果 LDM 工作在脉冲调制状态，则需要电源负载瞬态能力强；如果不能确定电源的负载瞬态能力，可能需要增大电源电流能力响应。

4) 连接电源。

- ✓ 关闭按键开关 F5，目的是保证第一次上电时，不打开功率输出。
- ✓ 连接功率接口 F1。功率接口含有电源输入和 LD 输出接口；第一次使用时，仅连接电源输入口。
- ✓ 请参照模块保护盖上的标识，注意电源的正负极，VIN+代表电源输入正极，GND 代表电源输入的负极。大电流的模块可能有多个 VIN+，

和多个 GND。相同的标识代表内部是相通的，根据实际电源电流选择连接点个数。当大电流工作时，请使用多根电源线连接多个连接点。

- ✓ 初次使用时，可以选用一般线缆；实际工作时，必须保证电源线能够承受电源线缆上通过的电流。
- ✓ 为减小不同模块之间的干扰，建议驱动模块与用户系统里的其它模块各自独立连线到电源取电。

4.3 选择模块的控制方式

1) 用户可以使用手持用户接口模块（UIM），或者选择计算机来控制模块。

2) 使用 UIM 控制模块。

- ✓ 连接接口 F8 到配件 E7 用户接口模块 UIM。
- ✓ 如果用户选购有 UIM，可连接 UIM 来设置模块。连接线 E8 是排线，双头都是 PH2.0 的 5 针接口。F8 接口有防插反设计，插入时请注意方向，不得顾方向强行插入连接器。
- ✓ 请注意，连接 UIM 时，模块必须处于断电状态。
- ✓ 连接正确后，打开给模块供电的电源。
- ✓ 如果连接正确，模块的电源指示灯亮，UIM 的电源指示灯亮，UIM 的 LCD 液晶屏亮。
- ✓ UIM 开始连接模块。LCD 液晶屏幕上出现“Connect”字样。连接正常的情况下，1~2 秒后，UIM 会连接上模块，开始显示菜单系统。
- ✓ 操作 UIM，进入菜单系统进行参数设置。

3) 使用计算机控制温控器。

- ✓ 连接接口 F6 到计算机。
- ✓ 如果用户没有选购 UIM 模块，也可以直接通过计算机来设置模块。请将 E5 计算机连接线的 3 针插头插入温控器的 F6 接口，E5 线缆的另一头 DB9 接头和电脑上的串口相连。
- ✓ 请注意，连接计算机连接线时，模块必须处于断电状态。
- ✓ 连接正确后，打开给模块供电的电源。

- ✓ 如果连接正确，模块的电源指示灯亮。
 - ✓ 打开软件，操作软件，进入菜单系统进行参数设置。
- 4) 本手册使用介绍以软件 EasyHost 为主，以 EasyUI 为辅。EasyUI 和 UIM 显示效果一样，因此不再单独对 UIM 上的使用做说明。

4.4 熟悉菜单系统

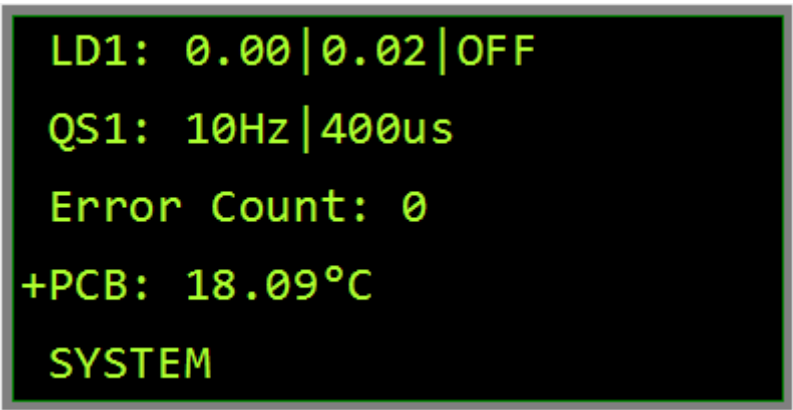
通过层级菜单，可以比较清晰的显示温控器的参数。

- 1) EasyHost 软件为中文菜单，通过软件左侧的树形层级菜单，可以方便的选择观测或设置不同参数。

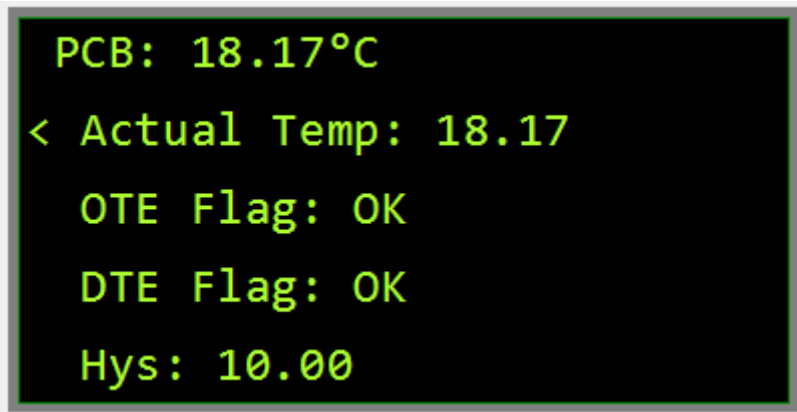
	参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处理
	调节电流	0	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新
	偏置调节电流	0.1	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新
	设定电流	-0.99	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新
	实际电流	0.02	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新

- 2) EasyUI 和 UIM 中，为英文菜单，每个菜单占据一行。

- a) 如图所示，PCB 前的 “+” 号表明是目录。



- b) 单击鼠标左键，会进入目录显示子菜单，比如下图的 Actual Temp。



- c) 为简化说明，以后类似于此的多级菜单的称呼简化为：PCB > Actual Temp。用一个“>”来表明菜单的层级关系。

4.5 错误信息

- 1) 软件具有统一报告所有错误信息的功能。如果有错误，EasyHost 的错误灯亮，鼠标指针移动到该灯上面，会弹出错误列表。

	下位机地址	模块	错误
▶	0	第1通道驱动	过温错误

- 2) 错误提示信息的具体含义参见：“模块的错误提示”一章中的“错误信息和提示信息的含义”这一小节。
- 3) EasyUI 和 UIM 中，错误列表统一放在 Error Count 目录下。

4.6 模块自身温度

模块是功率器件，运行时会导致自身的温度升高。因此，模块会监视自身电路板的温度，确保安全。

- 1) 通过“EasyHost > 下位机自身温度 > 实际温度”，可以观测模块自身的实际温度
- 2) 空载运行时，该温度值应该是略高于环境温度。请观测该温度是否正常，如果出现异常，请联系厂家。
- 3) 模块自身具有两重温度保护。
- ✓ 第一重是过温保护，当模块检测到过温时，会产生错误信息

提示。

- ✓ 第二重是危险温度保护，当模块检测到已经处于危险温度时，会关闭功率输出。
- ✓ 温度保护具有滞回特性，即高温触发温度保护后，要恢复正常，模块自身温度需要额外低于保护点 1 个滞回值，温度保护报警才会取消。该特性是防止模块频繁进入温度保护。举例：危险温度高阈值是 75℃，滞回值是 10℃，当模块自身超过 75℃时，会触发危险温度保护，模块功率输出会被关闭，由于模块功率输出被关闭，功耗减小，模块自身温度会下降，当下降到 65℃时，模块输出才会被再次打开。

4) 用户可通过观测该温度，分析模块本身的散热方案是否合适。

5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
下位机自身温度 > 实际温度	PCB > Actual Temp
下位机自身温度 > 过温保护开关	PCB > OTE Flag > OTP
下位机自身温度 > 危险温度保护开关	PCB > DTE Flag > DTP

5 LD 驱动

本章以 EasyHost 为例进行设置介绍。

5.1 参数保存和存储器设置

- 1) 注意，参数设置修改后如果没有进行保存操作，则断电后下次开机时，本次设置的值消失，参数将会恢复到上一次保存过的值。
 - ✓ EasyHost 软件中，点击所修改参数行后的“保存”按钮可以保存该参数的新设置。
 - ✓ UIM 中，长按旋钮 3 秒会保存选中参数。
- 2) 存储内容保护：第一次开机后，需要对各种参数进行设置，这些设置完成后需要保存；这些参数将保存在存储器（存储器在驱动模块上）中；为了增强安全性，存储器有存储保护功能，防止误操作保存覆盖掉上次的保存值。
 - ✓ 存储内容保护关闭，可以进行参数保存操作。
 - ✓ 存储内容保护打开，无法进行参数保存操作。



- 3) 注意：当用户完成驱动器所有的参数设置保存后，驱动器即将处于长期固定参数运行时，为了提高可靠性，建议此时打开存储内容保护功能。
- 4) 模块采用长寿命的存储器（保存次数大于 10 万次），正常使用情况下用户多次保存参数不会损坏存储器。但是不建议用户以超高频率

进行保存操作。

- 5) EasyHost 保存参数设置时，会在状态栏看到保存操作的结果。
- 6) EasyUI 和 UIM 对参数保存时，会看到提示信息。提示信息的具体含义参见：“温控器的错误提示”一章中的“错误信息和提示信息的含义”这一小节。
- 7) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
存储器 > 存储内容保护	Memory > WP

5.2 电流设置

- 1) “调节电流”：用户用来改变模块输出电流的参数。
- 2) “设定电流”：模块输出电流的实际设置值；是模块考虑了过温降额、数字调制、模拟调制、软启动等功能后的长时间平均值。当模块输出关闭时，该值会被设置到负数，以保证安全。

	参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处理	帮助
	调节电流	1	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	
	设定电流	-0.99	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	
	实际电流	0.02	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	

- 3) “实际电流”：模块实际输出电流的平均值。当模块电流处于调制状态时，该值无法反应输出电流的峰值，只能反映长时间平均值。

参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处理	帮助
调节电流	1	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	
设定电流	1.01	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	
实际电流	1	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	

- 4) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

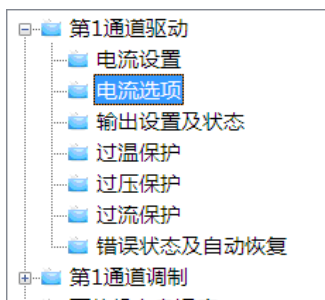
EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道驱动 > 电流设置 > 调节电流	LD1 > Adjust Cur
第 1 通道驱动 > 电流设置 > 设定电流	LD1 > Set Cur

第 1 通道驱动 > 电流设置 > 实际电流

LD1 > Actual Cur

5.3 电流选项

1) 除去基本的电流设置外，还有一些辅助的电流选项。

	参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处理
	软启动时间	1	秒	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新
	最大设置电流	12	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新
	步进电流	0.1	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新
	电流调制信号	连续高		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新
	偏置电流	0.1	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新

2) “软启动时间”：当输出打开时，模块输出电流值并不是立即变为“调节电流”，而是以某个速度逐步增大，避免了对 LD 的冲击。该速度为“最大设置电流”除以“软启动时间”。

3) “最大设置电流”：“调节电流”的调节范围限制；该值可以修改，针对不同的 LD，提供一种隐性的保护，防止用户修改“调节电流”时不小心超过了 LD 的范围；该值最大值无法超过模块的硬件限制。

4) “步进电流”：步进修改电流参数时的步进值。

5) “电流调制信号”：有 3 个选项，连续低，连续高和调制。当选择为“连续低”时，输出电流为“偏置电流”；当选择为“连续高”时，输出电流为“调节电流”，这是一般应用（连续电流驱动）情况下的默认值；当选择为“调制”时，输出电流将被调制器的输出信号调制，在“调节电流”和“偏置电流”之间来回切换。

6) “偏置电流”：模块电流调制信号为低时，模块的期望输出电流。

7) 关于电流调制的进一步内容，请看后文第 7 章“电流调制”。

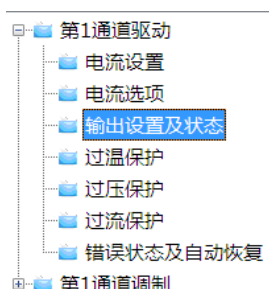
8) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道驱动 > 电流选项 > 软启动时间	LD1 > Set Cur > Soft-Start
第 1 通道驱动 > 电流选项 > 最大设置电流	LD1 > Set Cur > Max Set Cur

第 1 通道驱动 > 电流选项 > 步进电流	LD1 > Set Cur > Step Current
第 1 通道驱动 > 电流选项 > 电流调制信号	LD1 > Set Cur > CMS
第 1 通道驱动 > 电流选项 > 偏置电流	LD1 > Set Cur > Bias Cur

5.4 输出设置及状态

- 1) “输出开关”：通过修改该值，可以打开/关闭模块输出电流。
- 2) “输出状态”：模块的实际电流输出状态。
- 3) “互锁状态”：Interlock 接口的状态，详情见后面章节。
- 4) “实际输出电压”：模块的实际输出电压。
- 5) “降额因子”：模块电流输出降额因子。跟 LD 温度过温，或者模块自身过温有关。比如模块自身温度超过了过温保护上限值时，LD 输出电流会降低防止过热损坏。

	参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处理	帮助
	输出开关	已关闭		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	帮助
	输出状态	已关闭		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	帮助
	互锁状态	未互锁		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	帮助
	实际输出电压	0.22	V	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	帮助
	降额因子	1		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动更新	帮助

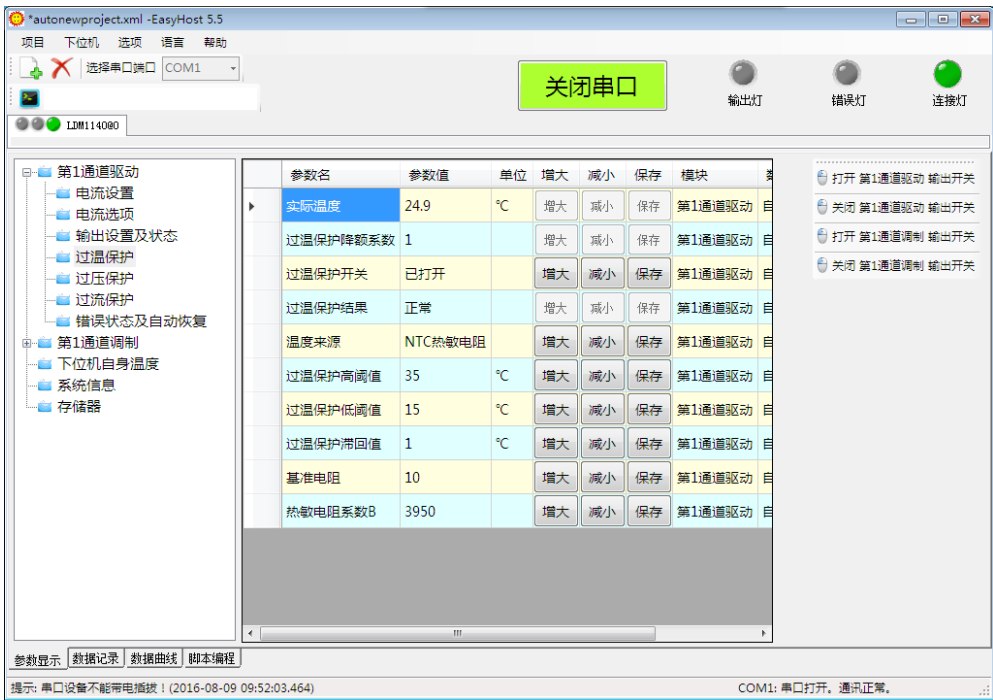
- 6) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道驱动 > 输出设置及状态 > 输出开关	LD1 > Switch
第 1 通道驱动 > 输出设置及状态 > 输出状态	LD1 > Output
第 1 通道驱动 > 输出设置及状态 > 实际输出电压	LD1 > Output > Actual Vol
第 1 通道驱动 > 输出设置及状态 > 降额因子	LD1 > Output > Derating Factor

5.5 过温保护

- 1) LD 过温保护。当检测到 LD 过温时，模块会关闭驱动输出。
- 2) 驱动模块有个 TOK 输入接口，该接口可以输入过温保护信号，或者接入

热敏电阻。



- 3) 通过“温度来源”参数选择，当选择 NTC 热敏电阻时，模块可以测量热敏电阻温度（通过基准电阻和系数 B 设置接入的热敏电阻）；当“温度来源”选择为电压时，可以接受 TTL 电平输入信号，如果 TOK 输入为高，表示 LD 温度正常，如果 TOK 输入为低，表示 LD 温度不正常。
- 4) 如果不需要该功能，可以关闭过温保护。
- 5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道驱动 > 过温保护 > 过温保护开关	LD1 > OTE Flag > OTP
第 1 通道驱动 > 过温保护 > 过温保护结果	LD1 > OTE Flag

5.6 过压保护

- 1) LD 过压保护。当检测到 LD 过压时，模块会关闭驱动输出。
- 2) “过压保护阈值”：“实际输出电压”超过该阈值时，被认为是过压。该阈值一般设置成比 LD 的自适应电压略高 1V 左右，可以用来检测出 LD 开路的故障。

第1通道驱动

└ 电流设置

└ 电流选项

└ 输出设置及状态

└ 过温保护

└ 过压保护

└ 过流保护

└ 错误状态及自动恢复

	参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据
▶	过压保护阈值调节	20	V	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动
	实际的过压保护阈值	19.9	V	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动
	过压保护结果	正常		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动

3) 通过 LD 过流保护来保护 LD 的电流，LD 过压保护主要是为了检测开路故障。比如在使用过程中，线缆发生了意外断开事故，驱动器会检测到开路时的过压，迅速把输出降低，防止线缆再次接上时电压过高。

4) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道驱动 > 过压保护 > 过压保护阈值调节	LD1 > OVE Flag > Adjust OVPV
第 1 通道驱动 > 过压保护 > 实际的过压保护阈值	LD1 > OVE Flag > OVP Vol
第 1 通道驱动 > 过压保护 > 过压保护结果	LD1 > OVE Flag

5.7 过流保护

- 1) LD 过流保护。当检测到 LD 过流时，模块会关闭驱动输出。
- 2) “过流保护阈值”：LD 的峰值电流超过该阈值时，被认为是过流。该阈值一般设置成 LD 的极限承受电流，可以用来保护 LD。注意过流保护阈值一定要大于调节电流（余量设成驱动器量程的 10%左右比较合理），不然会误报警。

第1通道驱动

└ 电流设置

└ 电流选项

└ 输出设置及状态

└ 过温保护

└ 过压保护

└ 过流保护

└ 错误状态及自动恢复

	参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据
▶	过流保护阈值调节	5	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动
	实际的过流保护阈值	4.93	A	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动
	过流保护结果	正常		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动

3) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道驱动 > 过流保护 > 过流保护阈值调节	LD1 > OCE Flag > Adjust OCPC
第 1 通道驱动 > 过流保护 > 实际的过流保护阈值	LD1 > OCE Flag > OCP Cur
第 1 通道驱动 > 过流保护 > 过流保护结果	LD1 > OCE Flag

5.8 电流输出开关

1) 硬件方法:

- ✓ 按下按键开关可以打开电流输出。如果开机时，按键开关处于打开位置，并且没有检测到错误，则会自动打开输出。多通道驱动器中，按下按键开关表示同时打开所有通道输出。
- ✓ 通过远程接口来打开输出。注意：当 SW 口悬空时，按键开关决定 SW 口电平。
 - SW 口采用外界电压输入；SW 口输入高电平，打开输出；SW 口输入低电平，关闭输出。按键开关被屏蔽。
 - SW 口通过机械开关和 GND 通断：按键开关处于打开位置；远程接口的 SW 如果悬空（实际电平由按键开关决定为高电平），则会打开输出；SW 如果和 GND 短接，则会关闭输出。
 - SW 口通过机械开关和 V+通断：按键开关处于关闭位置；远程接口的 SW 如果悬空（实际电平由按键开关决定为低电平），则会关闭输出；SW 如果和 V+短接，则会打开输出。
 - 远程接口的更多信息见单独的一章说明“远程接口”。

2) 软件方法:

- ✓ 在上位机软件或 UIM 中，操作“开关”对应的菜单或按键可打开输出。多通道驱动器中，该方法可以只打开某一通道的输出。
- ✓ 可以通过计算机或单片机的串口，向驱动器发送命令打开输出。如果是通过自己编写上位机软件来控制驱动器的使能，则可以向驱动器发送命令。比如命令：LD1:LDSW=1<R>，驱动器接收到命令后，如果没有检测到错误，则会打开驱动器 1 通道输出。

3) 软件和按键开关可以同时驱动器进行开关控制。比如，按下按键打开输出后，又通过软件关闭输出，则输出会被关闭（即使按键处于按下状态）。

5.9 模块测试

- 1) 当对模块有了初步的了解后，欲应用于实际使用时，可以使用 1 个大功率电阻来检测设置结果和模块性能。
- 2) 假设使用 1 个 1 欧姆的大功率电阻接到 LD+和 LD-；把“调节电流”设置到 1A，打开输出，则“实际电流”应该为 1A，“实际输出电压”约为 1V。
- 3) 如果模块没有问题，可以连接 LD。要在断电情况下，连接 LD。LD 的正极连接端子 LD+，LD 的负极连接 LD-。

5.10 连接 LD

- 1) 如果模块没有问题，可以连接 LD。要在断电情况下，连接 LD。LD 的正极连接端子 LD+，LD 的负极连接 LD-。
- 2) 如果电流大于单个端子的承受能力，则要同时连接多个端子。功率接口端子的承受能力见“性能参数”一章。

5.11 减小电流纹波

- 1) 电流纹波受多个方面影响：电源电压越高，纹波越大；输出电容越小，纹波越大；负载动态电阻越小，纹波越大。
- 2) 某些模块是针对脉冲电流驱动应用优化设计的。如果应用于连续电流驱动，且需要更低的纹波电流，可以在输出接口处并联大电容，该做法对模块的稳定性没有影响。
- 3) 并联大电容建议选择铝固态电容，电容的耐压值要大于过压保护阈值 2V 以上，最好大于模块电源电压。
- 4) 对于有极性的电容，电容的正极接入 LD+，电容的负极接入 LD-（注意，电容不能接入 VIN+或者 GND）。注意，并联电容后，AOUT 测量的纹波电流=LD 纹波电流+并联电容纹波电流。
- 5) 注意，并联大电容后，调制带宽会大幅度降低，因此只建议在连续电流应用时并联大电容。

6 信号发生器

模块有 1 个信号发生器（或数字调制器），具有信号发生器的功能，所生成的脉冲信号可以用来调制电流；该信号通过数字调制接口的 DOUT 输出，因此也可以用来作为 Q 开关的信号。

6.1 频率设置

1) “调节频率”：修改脉冲信号的频率。

第1通道驱动 第1通道调制 频率设置 脉宽设置 输出设置及状态 下位机自身温度 系统信息 存储器	参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处理
	调节频率	10	Hz	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
	设定频率	10	Hz	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
	步进频率	10	Hz	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
	最大设定频率	350000	Hz	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
	最小设定频率	1	Hz	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新

2) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 调节频率	QS1 > Adj Freq
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 设定频率	LD1 > Set Freq
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 步进频率	LD1 > Set Freq > Step Freq
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 最大设置频率	LD1 > Set Freq > Max Freq
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 最小设置频率	LD1 > Set Freq > Min Freq

6.2 脉宽设置

1) “调节脉宽”：修改脉冲信号的正脉宽。

2) “设定脉宽”：脉宽受限于频率，保证占空比不超过 95%。

第1通道驱动

第1通道调制

频率设置

脉宽设置

输出设置及状态

下位机自身温度

系统信息

存储器

参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处理
调节脉宽	400000	纳秒	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
设定脉宽	400000	纳秒	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
步进脉宽	1000	纳秒	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
最大设定脉宽	400000	纳秒	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
最小设定脉宽	200	纳秒	增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新

3) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 调节脉宽	QS1 > Adj PW
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 设定脉宽	LD1 > Set PW
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 步进脉宽	LD1 > Set PW > Step PW
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 最大设置脉宽	LD1 > Set PW > Max PW
第 1 通道信号发生器 > 频率设置 > 最小设置脉宽	LD1 > Set PW > Min PW

6.3 输出设置及状态

- 1) “模式”：有连续低、连续高、脉冲三种选项可选。调制器的输出脉冲信号随着该参数修改而改变。

第1通道驱动

第1通道调制

频率设置

脉宽设置

输出设置及状态

下位机自身温度

系统信息

存储器

参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处理
输出开关	已打开		增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
输出状态	已打开		增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
模式	脉冲		增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新
触发信号	内部		增大	减小	保存	第1通道调制	自动更新

- 2) “触发信号”：选择触发信号来源，有内部、半外部、全外部三种方式可选。下表中的“外部输入信号”由数字调制接口的 DIN 输入。

触发信号来源		输出脉冲信号频率	输出脉冲信号脉宽
INT	内部	由参数“调节频率”设置	由参数“调节脉宽”设置
Semi EXT	半外部	由外部输入信号频率确定	由参数“调节脉宽”设置
Full EXT	全外部	由外部输入信号频率确定	由外部输入信号脉宽确定
And Gate	与门	由参数“调节频率”设置	由参数“调节脉宽”设置
		“外部输入信号”为低电平时，输出强制为低	

3) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

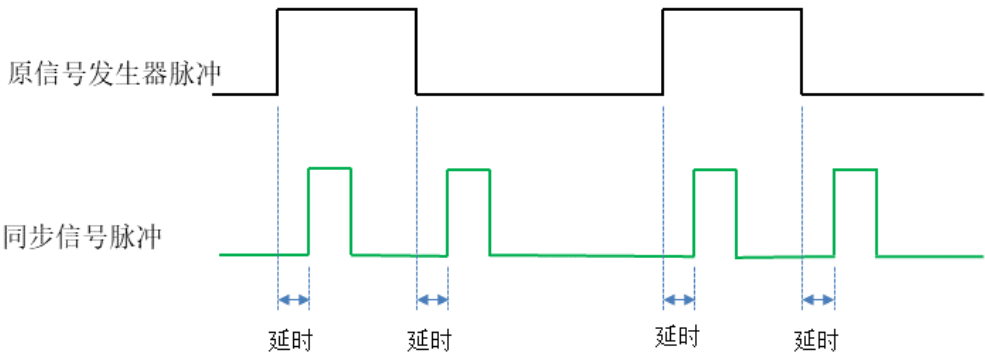
EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道信号发生器 > 输出设置及状态 > 输出开关	QS1 > Switch
第 1 通道信号发生器 > 输出设置及状态 > 输出状态	QS1 > Output
第 1 通道信号发生器 > 输出设置及状态 > 模式	QS1 > Mode
第 1 通道信号发生器 > 输出设置及状态 > 触发信号	QS1 > TS

6.4 脉冲应用

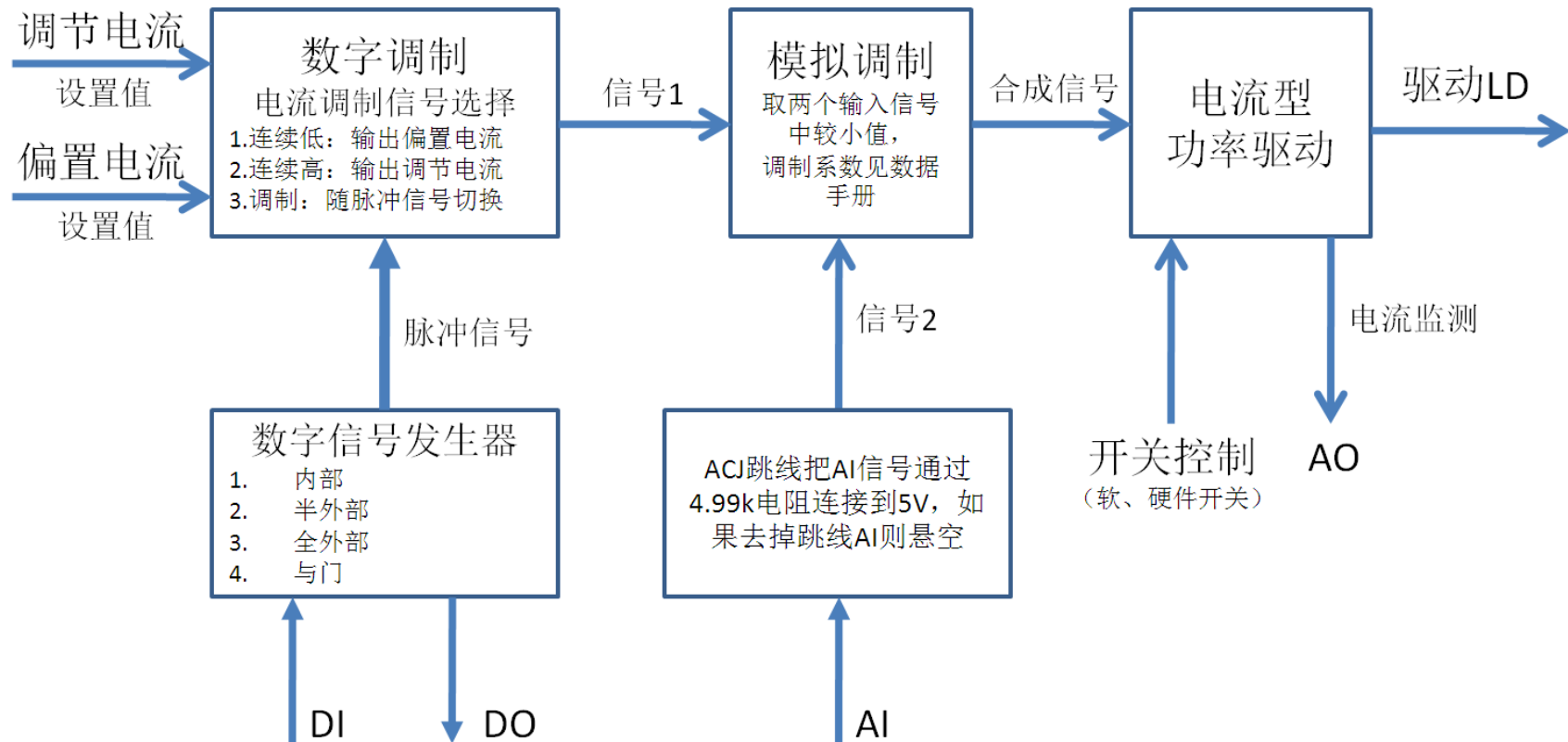
- 1) 脉冲信号通过数字调制接口的 DO 输出，因此可以通过该接口连接到其他设备；比如输出给声光 Q 开关。
- 2) 内部的驱动器也可以选择用该信号来调制电流。在“电流选项”目录，设置“电流调制信号”为“调制”，则电流会被脉冲信号数字调制。

6.5 同步信号

- 1) 一般情况下，数字调制接口的 DO 口输出的是信号发生器的脉冲信号。
- 2) 模块提供 1 个同步信号功能。同步信号输出功能打开时，数字调制接口的 DO 口被同步信号输出占用。同步信号是一个新脉冲波形信号，它受原信号发生器脉冲触发生成，触发沿/触发延迟/触发极性都可以设置，同步信号的脉宽也可以单独设置。如下图，触发沿选择上升/下降沿都触发的同步信号输出示意图。



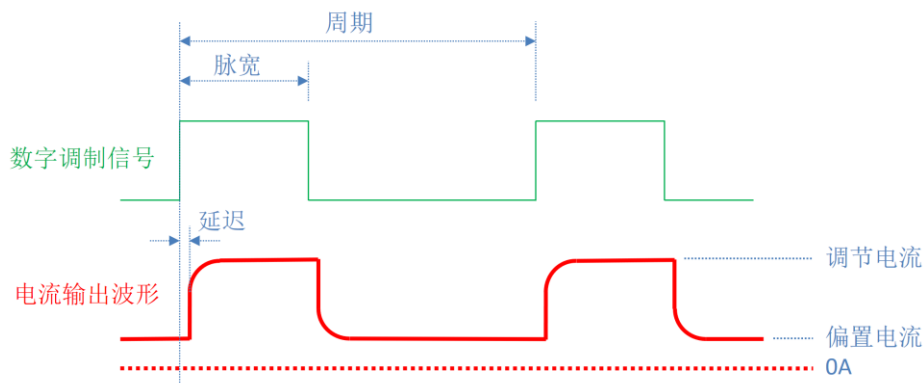
7 电流调制



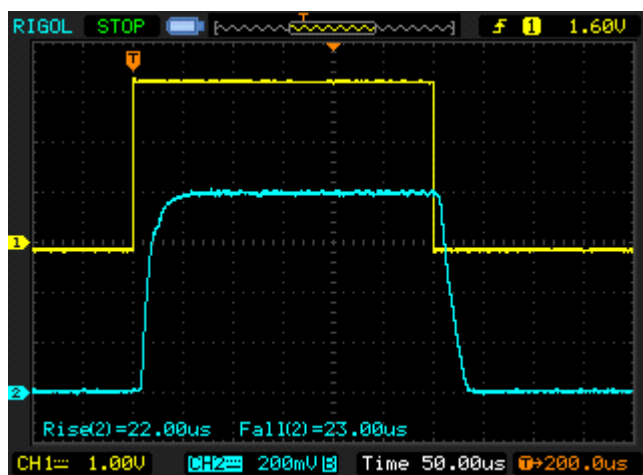
电流具有数字调制和模拟调制两种调制方式，可单独使用，也可以同时使用。数字调制是使用信号发生器输出的脉冲信号对电流进行调制，在“调节电流”和“偏置电流”之间快速切换，需要设置参数“电流调制信号”为“调制”；模拟调制无需设置，模拟调制接口 AI 的输入信号将直接调制电流信号。

7.1 数字调制

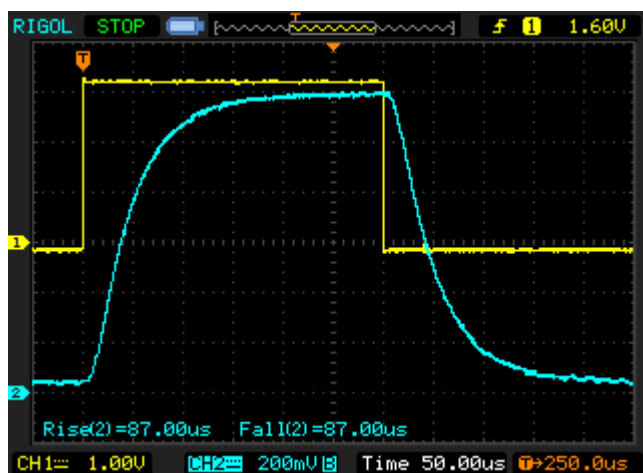
- 1) 信号发生器的输出脉冲信号通过数字调制接口的 DOUT 输出。驱动器的电流调制信号也可以选择该信号作为调制源（详见 5.2 节电流选项里关于“电流调制信号”参数的描述），输出电流将在“调节电流”和“偏置电流”之间快速切换。



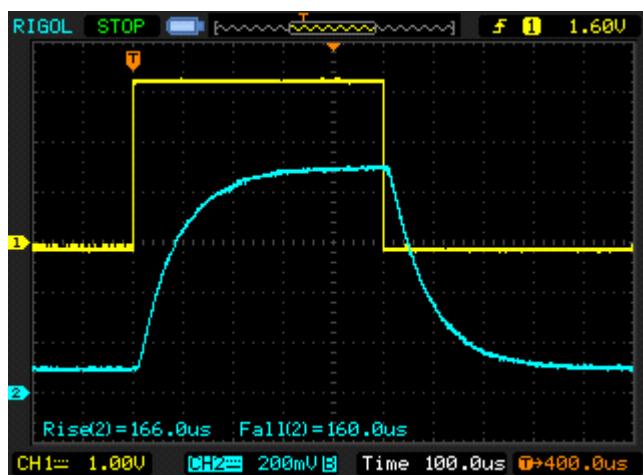
- 2) 下面的测试结果中的黄色线为调制信号（可由 DOUT 测得），蓝色线为电流信号（可由 AOUT 测得）。
- 3) 模块 12V 供电，负载为 2V 的 LD（FocusLight 的 8W F-Mount LD），电流在 0.1A 和 8A 之间调制，纹波<0.15A。（驱动参数设置，“调节电流”为 8A，“偏置电流”为 0.1A，“电流调制信号”为调制；信号发生器参数设置，“调节脉宽”为 300us，“模式”为脉冲，“触发信号”为内部）。模块型号：LDM1101，电流信号 100mV 代表 1A 电流。



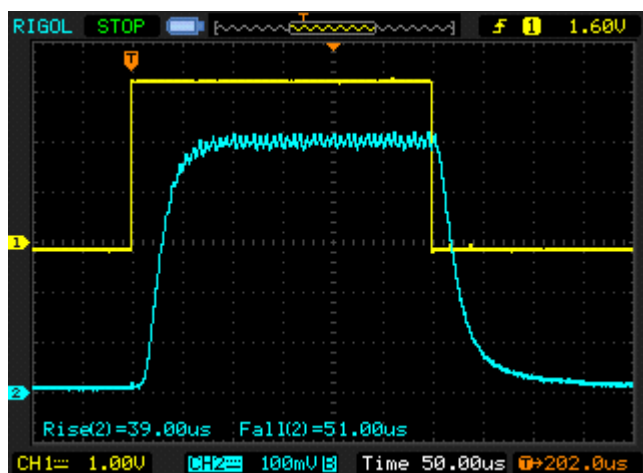
- 4) 模块 24V 供电，负载为 10ohm 大功率电阻，电流在 0.5A 至 12A 之间调制，纹波<0.1A。（驱动参数设置，“调节电流”为 12A，“偏置电流”为 0.5A，“电流调制信号”为调制；信号发生器参数设置，“调节脉宽”为 300us，“模式”为脉冲，“触发信号”为内部）。模块型号：LDM1101，电流信号 100mV 代表 1A 电流。



- 5) 模块 24V 供电，负载为 20ohm 大功率电阻，电流在 1A 至 9A 之间调制，纹波<0.1A。（驱动参数设置，“调节电流”为 9A，“偏置电流”为 1A，“电流调制信号”为调制；信号发生器参数设置，“调节脉宽”为 300us，“模式”为脉冲，“触发信号”为内部）。模块型号：LDM1101，电流信号 100mV 代表 1A 电流。



- 6) 模块 24V 供电, 负载为 17V 的 LD(nLight 的 Pearl P10 光纤耦合输出 LD), 电流在 0.1A 和 5A 之间调制, 纹波<0.3A。(驱动参数设置, “调节电流”为 5A, “偏置电流”为 0.1A, “电流调制信号”为调制; 信号发生器参数设置, “调节脉宽”为 300us, “模式”为脉冲, “触发信号”为内部)。模块型号: LDM1101, 电流信号 100mV 代表 1A 电流。

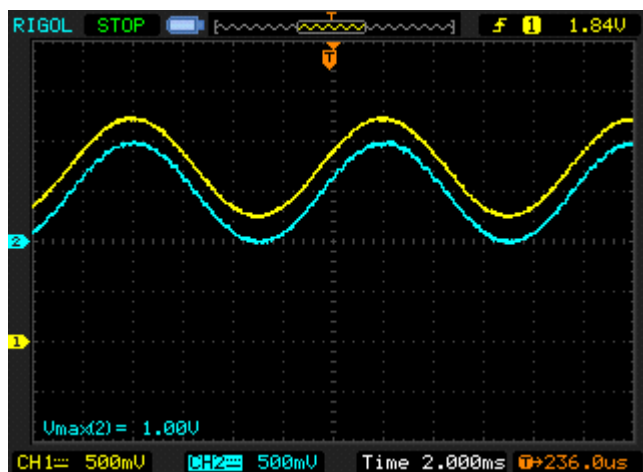


7.2 模拟调制

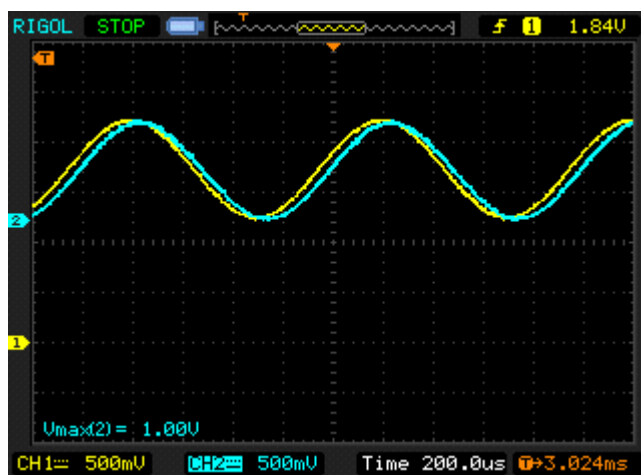
- 1) 模拟调制接口的 AIN 输入信号可以直接调制电流幅值。“设定电流”是 AIN 输入和内部设置电流（内部“调节电流”设置值，可以先经过数字调制）中的较小值，实际输出电流基本等于“设定电流”。模拟信号和电流的比例关系见各自产品的数据表。
- 2) AIN 可以直接输入电压信号进行调制。
- 3) 新版的 AIN 更加灵活。如果驱动器的模拟调制信号接口旁边有 1 个 2 针

跳线，则是新版 AIN 接口。在 AIN 接口直接输入电压调制，信号电压和输出电流的比值采用驱动器的默认调制系数（单位 A/V）；如果想改变比值，则需要去掉跳线 ACJ，然后在 AIN 口串联电阻 R 改变系数，新调制系数为 $\frac{R_c}{R+R_c} \times C$ ，C 为驱动器的默认调制系数（A/V），Rc 为接口分压电阻（阻值一般为几十千欧姆，具体见数据手册）。注意，如果 R 过大，可能会降低调制信号速度。

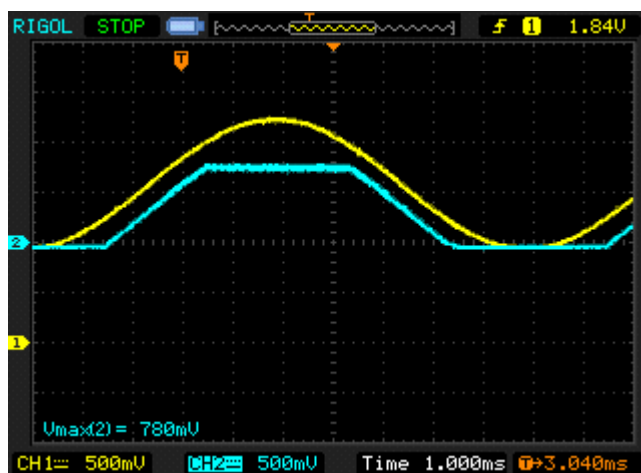
- 4) 下面的测试结果中的黄色线为模拟调制信号（由外部信号发生器从 AIN 输入），蓝色线为电流信号（可由 AOUT 测得）。
- 5) 模块 24V 供电，负载为 1ohm 大功率电阻。（驱动参数设置，“调节电流”为 12A，“电流调制信号”为连续高）。输入模拟信号频率 100Hz。模块型号：LDM1101，电流信号 100mV 代表 1A 电流。



- 6) 模块 24V 供电，负载为 1ohm 大功率电阻。（驱动参数设置，“调节电流”为 12A，“电流调制信号”为连续高）。输入模拟信号频率 1kHz。模块型号：LDM1101，电流信号 100mV 代表 1A 电流。实际电流信号落后于模拟调制信号。



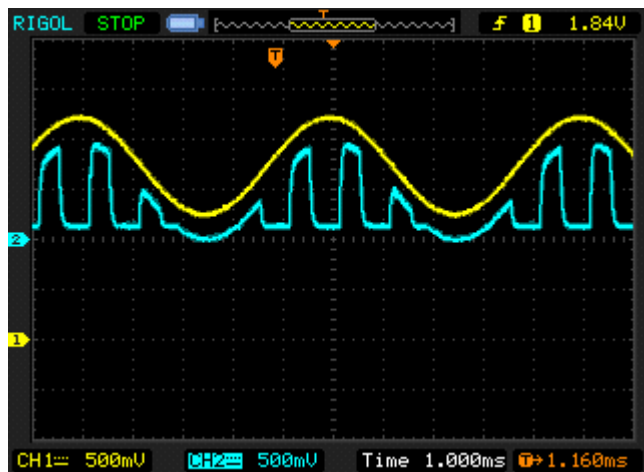
- 7) 模块 24V 供电，负载为 1ohm 大功率电阻。（驱动参数设置，“调节电流”为 8A，“电流调制信号”为连续高）。模块型号：LDM1101，电流信号 100mV 代表 1A 电流。输入模拟信号频率 100Hz。由于输入正弦信号的峰顶超过 8A，所以被电流信号被削顶；由于输入正弦信号的峰底小于 1.25V，所以电流信号被削谷。



7.3 联合调制

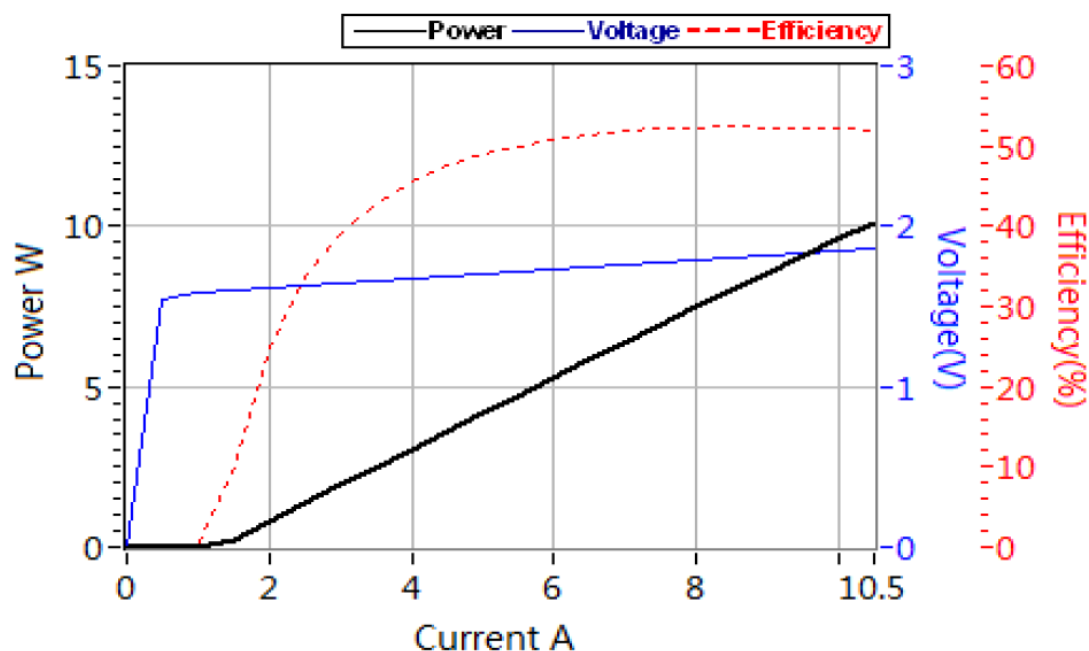
- 1) 模拟调制输入正弦信号，数字调制输入脉冲信号。
- 2) 下述实验中，黄色代表模拟调制信号（由外部信号发生器从 AIN 输入），蓝色代表电流信号。
- 3) 模块 24V 供电，负载为 1ohm 大功率电阻。（驱动参数设置，“调节电流”为 12A，“偏置电流”为 2A，“电流调制信号”设为调制；信号发生器参数设置，“调节频率”为 1kHz，“调节脉宽”为 400us，“模式”为脉冲，

“触发信号”为内部)。模块型号：LDM1101，电流信号 100mV 代表 1A 电流。输入模拟信号的频率为 200Hz。图形中电流波形的含义可以理解 为电流被数字脉冲调制，在 2A 和 12A 之间切换，然后再统一被模拟信 号限幅。



7.4 调制速度

- 1) 模块分为 S 系列和 L 系列。L 系列的调制速度仅受限于驱动器本身；S 系列的模块不仅受限于驱动本身，同样受负载特性的影响。
- 2) 动态电阻 $R_D = \Delta V / \Delta I$ 。如果是阻性负载，则动态电阻等于电阻；如果是二极管负载，比如 LD，则动态电阻需要单独计算。如下图的 LD 功率电流图中，动态电阻即电压曲线在大电流时的斜率。



- 3) 在前面的数字调节中，我们看到了电流波形并非和调制信号一样，而是电流缓慢上升，然后缓慢下降。电流波形的上升时间可以用来描述驱动器的响应速度。S 系列的上升时间与负载的动态电阻有关。

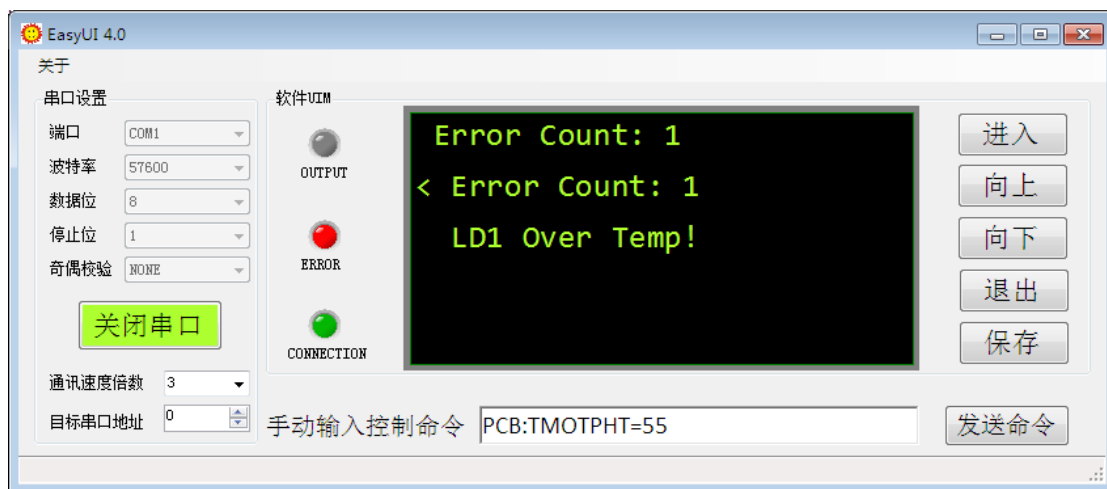
7.5 调制时的偏置电流

- 1) LD 驱动模块有零点误差；当 LDM 模块没有打开功率输出时，“实际电流”值即为该零点误差。
- 2) 如果调制信号的低电流值不大于 0，会降低调制速度，甚至可能会造成输出脉冲前沿过冲。
- 3) 因此，偏置电流的合理设置可以获得更好的性能。比如驱动模块的零点误差为 -0.1A，LD 的出光阈值为 0.5A，数字调制时，把偏置电流设置为 -0.1 至 0.5 之间的某个值（不包含 -0.1 和 0.5 两点）较为合理；又比如，驱动模块的零点误差为 0.2A，LD 的出光阈值为 0.4A，数字调制时，把偏置电流设置为 0.2 至 0.4 之间的某个值（不包含 0.2 和 0.4 两点）较为合理。
- 4) 模拟调制遵循同样的规则，要求模拟信号输入的最小值必须大于零点误差；如果不好判断，建议用示波器监测模拟调制接口中的 AO，增大模拟信号的最小值，直到没有前述的过冲问题为止。

8 错误提示

8.1 系统错误列表（Error Count）

- 1) 通过错误列表菜单可以观测到系统的错误信息列表菜单。系统把所发生的错误以菜单的形式显示在该目录下。



- 2) 错误列表菜单会根据系统的实际状态更新错误信息显示。通常情况下，错误发生后，增加 1 个对应的错误菜单；错误消失后，删除 1 个对应的错误菜单，比如过温错误。但是，某些错误是瞬时发生的，因此为了便于用户观察，错误发生时，会增加 1 个对应的错误菜单，错误消失后，该菜单却不会消失，典型的是输出过压错误、输出过流错误和电源电压错误。

8.2 驱动模块错误提示种类

- 1) 除了系统错误列表外，驱动子模块本身也提供多种形式的错误报告。
 - ✓ 外部错误：用于记录来自模块上其它子模块发生过的，且对所在子模块也有重大影响的错误。比如系统检测到电源电压不正确的错误，或者模块电路板处于危险温度状态的错误，都会在第 1 通道驱动的外部错误里体现出来。

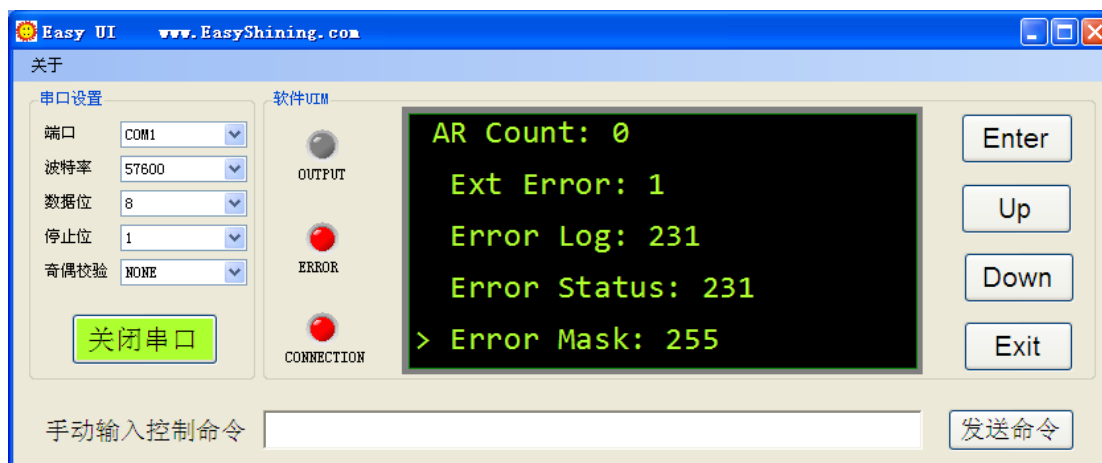
- ✓ 错误日志：用于记录自模块上电以来本子模块曾经发生过的错误。该日志只记录本子模块的错误，对其它子模块的错误不予记录。
- ✓ 错误状态：用于记录模块当前本子模块的错误状态。该日志只记录本子模块的错误状态，对其它子模块的错误状态不予记录
- ✓ 错误掩码：用于设定不可恢复的错误。

- 2) 本章后续将介绍在 EasyUI 和 UIM 中这些错误提示的详细信息。在 EasyHost 中，这些错误提示均在“第 1 通道驱动 > 错误状态及自动恢复”目录下，可以直接读出。

第1通道驱动 - 电流设置 - 电流选项 - 输出设置及状态 - 过温保护 - 过压保护 - 过流保护 - 错误状态及自动恢复 第1通道调制 - 下位机自身温度 - 系统信息 - 存储器	参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据
	自动恢复功能开关	已关闭		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动1
	最大自动恢复次数	255	次	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动1
	已自动恢复次数	0	次	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动1
	自动恢复延迟	3	秒	增大	减小	保存	第1通道驱动	自动1
	外部错误	无		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动1
	错误日志	过温错误:		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动1
	错误状态	过温错误:		增大	减小	保存	第1通道驱动	自动1
	错误掩码			增大	减小	保存	第1通道驱动	自动1

8.3 驱动模块的错误日志

- 1) 错误日志：LD1 Menu > AR Count > Error Log，用于记录上电以来 LD1 子模块曾经发生过的错误。该日志只记录 LD1 子模块的错误，对其它子模块的错误不予记录。



- 2) 错误日志格式。用 1 个 8 位二进制数来记录错误日志；每 1 位代表 1 种

错误：某种错误没有发生，则对应位为 1；如果发生过某种错误，则对应位为 0。

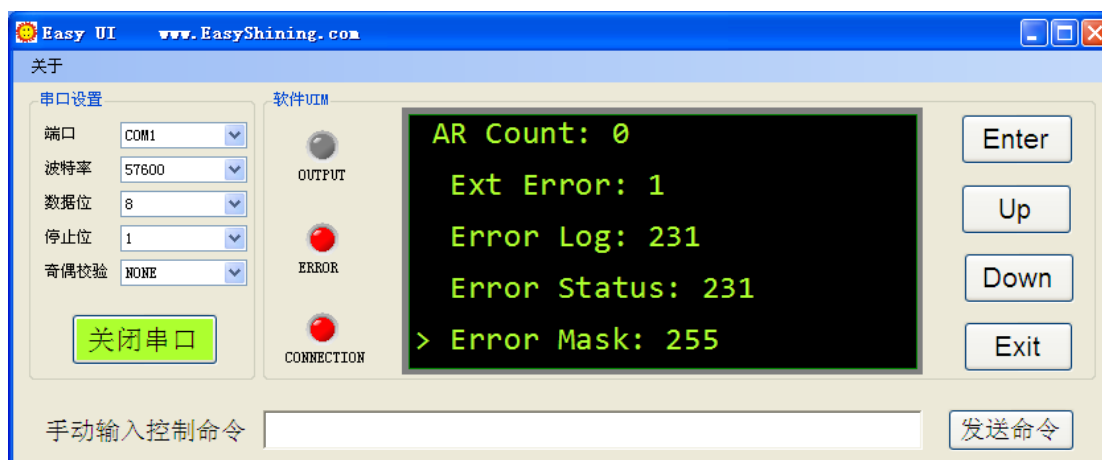
- ✓ 第 0 位：外部错误；
- ✓ 第 1 位：过压错误；
- ✓ 第 2 位：过流错误；
- ✓ 第 3 位：过温错误；
- ✓ 第 4 位：温度传感器开路错误；
- ✓ 其它位：保留。

3) 错误日志示例：

- ✓ 完全没有发生过错误，则错误日志为 255（二进制为 11111111）；
- ✓ 发生过外部错误，则错误日志为 254（二进制为 11111110）；
- ✓ 同时发生过外部错误和过流错误，则错误日志为 250（二进制为 11111010）；
- ✓ 发生过过温错误和温度传感器开路错误，则错误日志为 231（二进制为 11100111）。

8.4 驱动模块的错误状态

- 1) 错误状态：LD1 Menu > AR Count > Error Status，用于记录当前 LD1 子模块的错误状态。该日志只记录 LD1 子模块的错误状态，对其它子模块的错误状态不予记录。



- 2) 错误状态格式。用 1 个 8 位二进制数来记录错误状态；每 1 位代表 1 种

错误：正常，则对应位为 1；如果发生错误，则对应位为 0。

- ✓ 第 0 位：外部错误状态；
- ✓ 第 1 位：过压错误状态；
- ✓ 第 2 位：过流错误状态；
- ✓ 第 3 位：过温错误状态；
- ✓ 第 4 位：温度传感器开路错误状态；
- ✓ 其它位：保留。

3) 错误状态示例：

- ✓ 完全没有错误，则错误状态为 255（二进制为 11111111）；
- ✓ 有外部错误，则错误状态为 254（二进制为 11111110）；
- ✓ 有过温错误和温度传感器开路错误，则错误状态为 231（二进制为 11100111）。

4) 错误状态 Error Status 记录的是当前状态；错误日志 Error Log 记录的是上电以来的所有历史错误。

8.5 驱动输出自动恢复

- 1) 输出自动恢复：当出现过压、过流或模块本身危险温度状态后，模块进入保护状态，输出关闭；当这些错误状态消失后，如果使能了自动恢复功能，则错误状态消失后，模块恢复功率输出；如果没有使能自动恢复功能，则不恢复输出。
- 2) 自动恢复只有在模块输出开关打开时，才会执行。
- 3) “EasyHost > 第 1 通道驱动 > 错误状态及自动恢复” 目录可以设置自动恢复相关参数。
 - ✓ 最大自动恢复次数：模块能够自动恢复的次数不会超过该设定值。当设置为 255 时，自动恢复永远执行。
 - ✓ 自动恢复延迟：错误发生到自动恢复的延时。当模块关闭后，自动恢复会检测时间，只有时间间隔超过该延时设置时，才进行一次自动恢复。
 - ✓ 已自动恢复次数：已发生的自动恢复的次数。模块每自动恢复一次，

该值加 1。

	参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
▶	自动恢复功能开关	已关闭		增大	减小	保存	第1通道温控
	最大自动恢复次数	3	次	增大	减小	保存	第1通道温控
	已自动恢复次数	0	次	增大	减小	保存	第1通道温控
	自动恢复延迟	3	秒	增大	减小	保存	第1通道温控
	外部错误	无		增大	减小	保存	第1通道温控
	错误日志	过温错误；传感器开路错误；		增大	减小	保存	第1通道温控
	错误状态	过温错误；传感器开路错误；		增大	减小	保存	第1通道温控
	错误掩码	无		增大	减小	保存	第1通道温控

- 4) 模块在执行自动恢复时，会考察对应的错误日志和错误屏蔽码，如果是错误屏蔽码不允许恢复的错误发生造成的输出关闭，则不再恢复功率输出。
- 5) 该功能可以用在环境比较恶劣的地方，以便模块能够自动恢复输出；也可以用来提供一种安全冗余，使得模块可以长时间持续运行。
- 6) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost > 第 1 通道温控 > 错误状态及自动恢复	EasyUI、UIM
> 自动恢复功能开关	LD1 Menu > AR Count > AR
> 最大自动恢复次数	LD 1 Menu > AR Count > AR Max
> 自动恢复延迟	LD 1 Menu > AR Count > AR Delay
> 已自动恢复次数	LD 1 Menu > AR Count

8.6 错误掩码

- 1) 错误掩码：用于设定不可恢复的错误。
- 2) 系统具有完善的监控和保护功能，能够发现错误关闭输出，同时具有输出自动恢复功能，能在错误消失后自动恢复功率输出。但是，某些错误的出现可能代表系统出现了一些严重问题，因此用户可以设置这些错误导致的关闭不能被自动恢复功能恢复。

- 3) 用 1 个 8 位二进制数来记录错误掩码；每 1 位代表 1 种错误；某种错误发生后，即使故障消除也不允许恢复，则对应位为 0；某种错误发生后，如果故障消除允许恢复，则对应位为 1。
- 4) 错误掩码对应位代表的错误和错误日志对应位代表的错误一样。
- 5) 比如，允许任何错误情况下，都能够自动恢复，则错误掩码是 255（二进制为 11111111）；如果只不允许过压和过流错误自动恢复，则错误掩码为 249（二进制为 11111001）。
- 6) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照，

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 错误状态及自动恢复 > 错误掩码	LD 1 Menu > AR Count > Error Mask

8.7 错误提示信息

- 1) 软件和 UIM 都会显示温控器的错误提示信息。关于错误提示信息的详细信息，请完整阅读本章。
- 2) 各种错误提示信息的含义和应对方法如下：

信息	含义	应对方法
Over Temp	过温	1.如果是 PCB 过温，则改善模块本身散热 2.如果是 LD 过温，请检查 LD 的温控系统
Dangerous Temp	危险温度	改善模块本身的散热
Rt Open Circuit	传感器开路	检查传感器的连接是否正常
Over Current	过流	1.检查输出是否短路 2.检查过流保护值设置是否合适
Over Voltage	过压	1.检查电源输入的连接是否正确 2.检查过压保护值设置是否合适
SYSTEM Voltage Error	电源电压错误	1. 检查电源电压是否超出范围（过高或者过低） 2. 检查电源的功率是否大于 LD 所需功率 3. 检查电源的限流值是否过小
CRC Error	参数存储的值有问题	1.重新存储该值。 2.电磁环境恶劣时，打开存储内容保护。

Save Successfully	存储成功	
Mem Protected	存储器处于保护状态	解除 Memory 的存储内容保护
Save Disabled	参数不能存储	不要试图存储该参数
Can't be saved	参数不能存储	不要试图存储该参数

经过努力后，如果仍然不能排除故障，请联系厂家。

9 外部状态

9.1 外部状态

某些新版本优化了外部状态功能，由 3 个部分（外部状态，外部控制，外部锁）组成。



参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	帮助	数据处理	模块
外部状态	正常		增大	减小	保存	帮助	自动更新	第1通道驱动
外部锁定	未锁		增大	减小	保存	帮助	自动更新	第1通道驱动
外部锁定极性	正		增大	减小	保存	帮助	自动更新	第1通道驱动
外部控制	1		增大	减小	保存	帮助	自动更新	第1通道驱动

9.2 外部控制

- 1) 该参数可以由外部发送命令控制。
- 2) 值可选 0 和 1，0 表示外部控制异常，1 表示外部控制正常。
- 3) 可用于上位机控制设备在意外情况下发送一个命令关闭驱动输出。

9.3 外部锁定

- 1) 某些新版本有外部锁功能。这是一个硬件功能，在模块上有一个 ExtLock 或 Lock 接口。
- 2) 外部锁极性可以设置外部输入电平的含义。正 1：表示外部输入信号为高时正常未锁，外部输入信号为低时锁定；负 0：表示外部输入信号为高时锁定，外部输入信号为低时正常未锁。
- 3) 通常情形下，ExtLock 接口内部为默认上拉。所以没有外界输入时，该接口的默认电平是高。
- 4) 开路检测应用：假设用户把模块组装到机箱里时，在输出线缆中单独提供两个线给外部锁功能使用；线缆一端插在机箱上，1 个接到

ExtLock，1 个接入到 GND；线缆的另外一端在被驱动设备侧，短接前述这两根线。ExtLock 极性设置为负 0，当线缆未插上时，由于 ExtLock 没有和地短路，外部锁定；当线缆插上后，外部锁定解除。

- 5) ExtLock 也可以用于前面板的紧急（Emergency）按钮；当紧急按钮按下时，开关断开，导致 ExtLock 和地断开，外部锁定。
- 6) 开路检测和紧急按钮可以共用，它们两者串联。当紧急按钮或者输出线缆任意一个开路时，模块外部锁定，输出关闭。

9.4 外部状态

- 1) 外部状态：驱动 1 > 外部状态，用于记录影响驱动模块 1 的外部错误。下面所列四种情况都会导致外部状态错误 (=0)，驱动器输出会被关闭，系统会报外部状态错误
 - ✓ 系统检测到电源电压不正确，
 - ✓ 模块电路板处于危险温度状态，
 - ✓ 用户通过串口发送外部控制等于 0（LDEXTCTRL=0），
 - ✓ 外部锁处于已锁状态。

10 远程接口

具备 1 个远程接口 F3。

旧版的远程接口含有 1 个远程遥控开关输入（SW），1 个温控对象过温保护状态输入（TOK）。

新版的远程接口增加了电源输出 V+ 和 LED 输出负极驱动 LED-。

具体管脚定义见附录或者产品的标签。

10.1 远程 SW 输入

- 1) 按键开关 F5 通过 1 个 100kOhm 的电阻连接到 SW，再连接到控制单元。所以当 SW 有输入时，按键开关 F5 被屏蔽，以 SW 的输入为准；SW 代为行使按键开关 F5 的功能。
- 2) SW 为低，操作效果相当于关闭按键开关 F5；SW 为高，操作效果相当于打开按键开关 F5。

10.2 TOK 输入

- 1) TOK 输入为低时，表明 LD 过温；TOK 输入为高时，代表 LD 温度正常。某些型号的 TOK 可以接入热敏电阻，此时需要在软件里的“过温保护”一项里进行具体设置。

10.3 电源输出 V+

- 1) 电压值通常介于 4.5-12V 之间，最大输出电流一般不超过 30mA。因此请不要用它给其它设备供电。
- 2) 用途 1：利用 1 个外置按键开关连接 V+和 SW 输入，可以增加 1 个输出开关。关于 SW 输入的更多信息见前面的描述以及“电流驱动”一章中的“电流开关”小节。
- 3) 用途 2：驱动外接小电流 LED 指示灯。连接 LED 灯的正极，LED 的另一端接远程接口里的 LED-。

10.4 LED 输出 LED-

- 1) 具有 1 个至数个 LED-输出，具体管脚见附录，或者见各自产品上的标签。
- 2) 可以接入 LED 指示灯的负极。
- 3) 为三极管开漏输出，高电平时无驱动能力，低电平时能够驱动 LED 指示灯。输出有限流电阻，阻值已经过认真挑选，使得该接口配合

V+驱动外接 LED 指示灯时,LED 电流在 5~10mA 之间,既亮度足够,又不会影响寿命。

- 4) LED-输出的电平逻辑和模块上的指示灯一致。假设使用远程接口里的 V+和 LED-驱动外接 LED 指示灯,当模块上的错误指示灯 ERR 亮时,远程接口中 ERRLED-输出低电平,外接 LED 指示灯也亮。
- 5) 当 LED-输出被当作信号传递给外界时,因为是开漏输出,所以需要外界提供上拉电阻。上拉电压和上拉电阻有限制,要求最后上拉电流小于 10mA。
- 6) 如果 LED-和外部电压组合驱动 LED 时,要避免烧坏输出限流电阻。外接电压如果大于远程接口中的 V+电压,要额外增加合适的限流电阻保证电流小于 10mA,新增电阻阻值 $> (\text{外部电压} - \text{V+})/10\text{mA}$ 。

11 多模块协同工作

11.1 1 个串口控制多个模块

- 1) 某些时候，实际项目可能需要 1 个串口来控制多个模块。
- 2) 我们的模块内部有地址校验机制，支持 1 个串口控制多个模块。
- 3) 具体方法见我司技术文档“应用笔记 7：1 个串口控制多个独立的 TCM 系列温控器”。

11.2 温控模块输出温度保护信号给 LD 驱动模块

- 1) TCM 温控模块具有 TOK 输出，该输出信号可以输入到 LD 驱动模块的 TOK 输入，因此可以用 1 个 TCM 温控模块和 1 个 LD 驱动模块组成 1 个 LD 控制系统。
- 2) 连接方式：TCM 模块的远程接口的 3 针 TOK、4 针 GND 分别接入到 LD 驱动模块远程接口的 TOK、GND。
- 3) 当用额外的 TCM 模块过温保护控制 LD 模块输出时，可能遇到如下状况：当 LDM 的按键被按下，设置为上电开机启动时，可能在上电初期 TCM 输出过温保护低电平导致 LDM 不输出电流，当 TCM 温控完成输出高电平 TOK 时，LDM 却不恢复输出。这种应用下，LDM 要开启输出自动恢复功能（详见第 8 章）。

12 附录

12.1 串口通讯设置

	值
数据位	8
停止位	1
奇偶校验	NONE
串口波特率	57600

13 版本历史

- 1) 2014-7-31, v0.0, 完成简单介绍。
- 2) 2016-3-16, v0.1, 详细介绍。
- 3) 2016-4-9, v0.12, 加入调制测试波形。
- 4) 2016-8-9, v0.20, 把参数特性部分移到各自产品的数据表；增加高压连续系列的部分设置介绍。
- 5) 2017-3-11, v0.22, 增加了新远程接口的介绍；增加了 interlock 功能的介绍。
- 6) 2019-6-26, v0.26, 完善了新版外部锁的功能。
- 7) 2021-7-8, v0.27, 增加了同步信号说明。