

成都业贤科技有限公司

# TCM 数字温控模块

---

## 用户手册

业贤科技

2012-8-30

本文档详细描述了 TCM 的使用方法，供使用 TCM 系列温控器的用户参考。更多详细信息，请访问 [www.yexian.com](http://www.yexian.com)。

## 目录

1	常规信息.....	1
1.1	产品简介.....	2
1.2	产品分类.....	2
1.3	设备安全.....	2
1.4	静电安全.....	3
1.5	本手册中常见的缩写以及名词.....	3
2	开始.....	4
2.1	装箱列表.....	4
2.2	温控器接口.....	4
2.3	用户如何控制温控器.....	6
2.4	显示模块 UIM.....	7
2.5	计算机控制的软件.....	7
2.6	使用前的注意事项.....	9
3	串口接口.....	10
3.1	计算机通讯串口 PC RS232.....	10
3.2	显示通讯串口 UI RS232.....	11
3.3	两个串口同时使用.....	11
3.4	串口的保护.....	12
4	安装温控器.....	13
4.1	温控器安装和散热.....	13
4.2	选择和连接电源.....	13
4.3	选择温控器的控制方式.....	15
4.4	熟悉菜单系统.....	16
4.5	错误信息.....	17
4.6	温控器自身温度.....	17
5	设置温控器.....	19
5.1	设置信息汇总.....	19
5.2	参数保存和存储器设置.....	19
5.3	设置温度传感器.....	21
5.4	温度传感器开路保护.....	22
5.5	温度相关设置.....	23
5.6	最大输出电压.....	25
5.7	输出过压保护.....	27
5.8	输出过流保护.....	28
5.9	输出限流.....	29
5.10	输出模式.....	29
5.11	设定 PID 参数.....	31
5.12	功率开关方法.....	32
5.13	保护功能、输出状态与开关的关系.....	33
5.14	功率输出测试.....	33
5.15	实际使用温控.....	34
5.16	连接制冷片 TEC.....	34

5.17	使用步骤总结.....	35
6	温控问题和错误.....	37
6.1	温控问题.....	37
6.2	系统错误列表 (Errors Count) .....	37
6.3	温控模块错误提示种类.....	38
6.4	温控模块的错误日志.....	38
6.5	温控模块的错误状态.....	39
7	外部状态.....	41
7.1	外部状态.....	41
7.2	外部控制.....	41
7.3	外部锁定.....	41
7.4	外部状态.....	42
8	温度传感器.....	43
8.1	温度传感器设置汇总.....	43
8.2	测温方式.....	44
8.3	选择温度传感器.....	44
8.4	连接温度传感器.....	45
8.5	软件设置温度传感器.....	45
8.6	设置 NTC 热敏电阻公式系数.....	46
8.7	设置 PT 铂电阻公式系数.....	47
8.8	设置温度偏差校正.....	48
9	温控系统中的 PID 参数.....	49
9.1	PID 公式.....	49
9.2	PID 类型选择.....	49
9.3	PID 算法选择.....	49
9.4	PID 参数设置.....	50
9.5	PID 参数的自动整定.....	51
9.6	开关控制和加速.....	53
10	远程接口.....	55
10.1	远程 SW 输入.....	55
10.2	TOK 输出.....	56
10.3	电源输出 V+.....	57
10.4	LED 输出 LED-.....	57
11	温控器的高级功能.....	59
11.1	电源电压监测.....	59
11.2	温控对象过温保护.....	59
11.3	输出自动恢复.....	60
11.4	错误掩码.....	62
11.5	系统信息.....	62
11.6	一个串口控制多个独立温控器.....	62
12	提高温控系统的性能.....	64
12.1	提高稳定性.....	64
12.2	提高精度.....	65
12.3	提高可靠性.....	66

13	保养、维修、免责声明.....	67
14	附录.....	68
14.1	温控器 TCM-X107 的建议设置.....	68
14.2	温控器 TCM-M115 的建议设置.....	69
14.3	温度传感器接口安全输入范围.....	69
14.4	默认的 PID 参数.....	70
14.5	串口通讯设置.....	70
14.6	功率接口端子允许电流.....	70
15	版本历史.....	71

# 1 常规信息

本手册主要介绍本公司所产的温控模块 TCM 系列的通用使用方法。

不同型号 TCM 的性能参数见各自的数据手册。

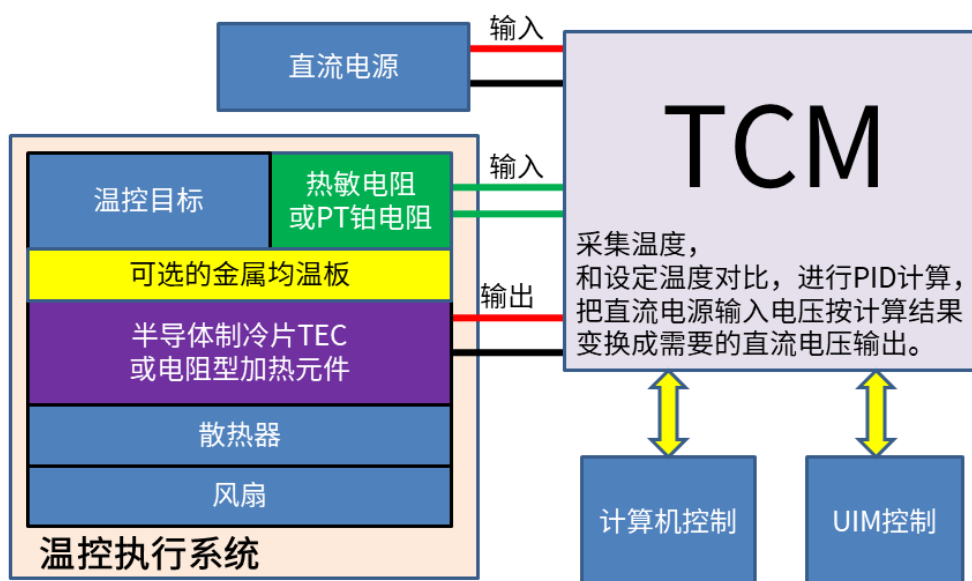
手持显示模块 UIM 的使用，请参见相关文档：显示模块 UIM 用户手册。

配套上位机软件的使用方法，请参见软件自带的帮助文件。

如果用户自己发送命令控制温控器，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。

相关技术文档和应用笔记请到我司网站 [www.yexian.com](http://www.yexian.com) 技术支持下载。



注：温控执行系统是用户自己搭建的。

## 1.1 产品简介

我司研发的数字温控模块，主要用于小型物体的半导体制冷片温控。它有如下主要特点：

- ✓ 温度测量准确，温度控制稳定性高。
- ✓ 保护功能齐全，性能可靠。
- ✓ 参数设置灵活，适用于各种应用环境。
- ✓ 有 PID 参数自动整定功能，简化调节工作量。
- ✓ 输出电压平滑，提高温控稳定性，延长半导体制冷片寿命
- ✓ 输出功率效率高，节约能源。
- ✓ 完善的用户接口，方便易用的上位机软件。
- ✓ 提供完整的串口控制命令，开放式平台。

## 1.2 产品分类

产品主要分为简化版、标准版两个档次。简化版是入门级温控，可以满足一般的温控需求，标准版温控则具有更高的分辨率和稳定性。

另外有耐高低温环境的 E 系列温控。

具体性能可以参见各自系列的数据手册。

## 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，可能会影响温度控制的稳定性，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) TCM: Temperature Controller Module 的首字母缩写。温控控制模块，我司产品温控模块的英文简写。
- 2) UIM: User Interface Module 的首字母缩写。显示模块。
- 3) Temp: 完整英文单词温度 Temperature 的简写。
- 4) TEC: Thermoelectric Cooler。半导体致冷片，又叫帕尔贴制冷片，热电半导体制冷片。
- 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，它的温度系数是正的。
- 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

### 2.1 装箱列表

打开包装,包装内部通常含有以下物品及附件。根据具体产品型号不同,装箱清单会略有调整,请查询具体产品的数据手册。

E1: TCM 模块 1 个。

E2: 带 2510 的 3 针插头的 NTC10k 热敏电阻 1 只。

E3: 4 针或 8 针的远程控制线,长度 50cm。

E4: 计算机连接线。1 端是 3 针 PH2.0 插头,1 端是 DB9 母头,长 1 米。

E5: 可选配件手持显示模块。需另外选购。

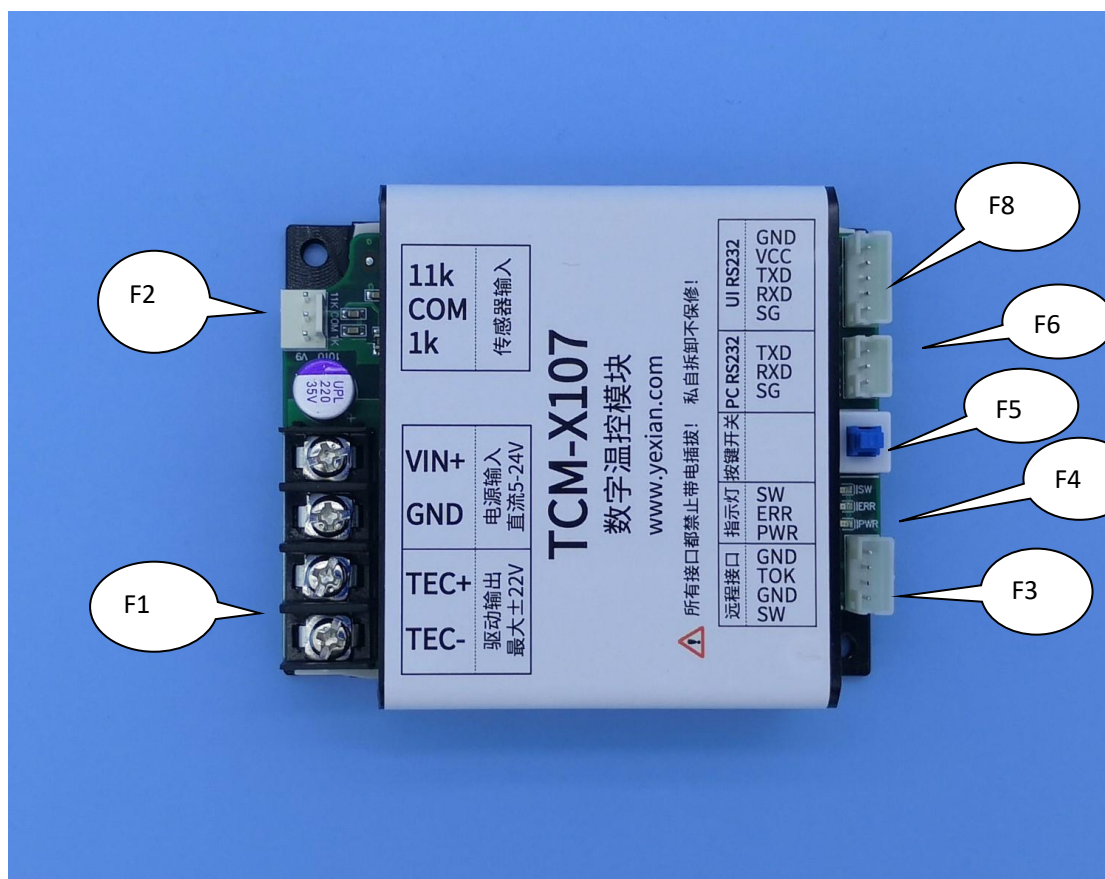
E6: 可选配件手持显示模块的线缆。选购 E5 时附送。

### 2.2 温控器接口

温控器上具有丰富的接口。

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。以 TCM-X107 为例进行介绍, TCM 系列的其它产品具有相似的接口。





- 1) F1: 功率接口。含电源输入和 TEC 驱动器输出。大电流设备中，为了分担电流压力，可能会有多个连接点具有相同标识，它们内部是相通的。
  - ✓ VIN+: 代表电源输入正极；
  - ✓ GND: 代表电源输入负极；
  - ✓ TEC+: 代表驱动输出的正极，一般接半导体制冷片 TEC 的正极红线；
  - ✓ TEC-: 代表驱动输出的负极，一般接半导体制冷片 TEC 的负极黑线；
- 2) F2: 温度传感器输入接口。3 针 2510 接口，兼容多种阻值的温度传感器。
- 3) F3: Remote，远程控制接口。
  - ✓ V+: 小信号电源输出；
  - ✓ SW: 含远程开关输入；
  - ✓ TOKx: TCx 过温保护状态输出；
  - ✓ TCxLED-: TCx 的输出指示灯 LED 驱动负极；
  - ✓ ERRLED-: 模块错误指示灯 LED 驱动负极；
- 4) F4: LED 指示灯。
  - ✓ PWR: 电源上电指示灯。有电，灯亮。

- ✓ **ERR:** 温控器错误信息指示灯。
  - ✧ 灯灭，无错误；
  - ✧ 灯亮，有错误；
  - ✧ 灯闪烁，仅有过温错误；
- ✓ **SW:** 温控器输出指示灯。多通道温控中，只要有 1 个温控的输出和开关设置不一致，就闪烁；否则，只要有温控实际功率输出，则灯亮。
  - ✧ 灯灭，开关关闭；
  - ✧ 灯亮，开关打开，且有实际功率输出；
  - ✧ 灯闪烁，开关打开，但无功率输出（可能是因为发现错误所以禁止输出）。
- 5) **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。注意：多通道温控模块中，打开开关 F5 会打开所有通道温控输出，关闭开关 F5 会关闭所有温控器输出
- 6) **F6:** PC RS232，计算机通讯串口。可连接计算机。
- 7) **F8:** UI RS232，UIM 通讯串口。可接显示模块 UIM。

## 2.3 用户如何控制温控器

- 1) 使用显示模块（UIM）来控制温控器。断电情况下，连接 UIM 和温控器，上电后即可使用 UIM 来控制温控器。
- 2) 或者使用计算机来控制温控器。
  - a) 可使用我方提供的软件控制温控器。
  - b) 如果用户欲自己编程控制温控器，可参考我司的串口通讯协议，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 等微处理器来控制温控器。
  - a) 任何满足 RS232 串口要求的接口，都可按照通讯协议与我司温控器

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：温控器的串口接口为 RS232 电平（±15V，具体参见说明书末尾“附录”部分），因此使用微处理器来控制温控器时，可能需要 RS232 芯片进行电平转换。

## 2.4 显示模块 UIM

- 1) 显示模块，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温控器上，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	显示模块 UIM 的模拟软件	普通用户
EasyCom	用于了解我司的数控命令	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，请单击软件菜单栏的下拉菜单“帮助”，阅读帮助文件。普通用户推荐使用该软件。



2) EasyUI 软件模拟手持显示模块 (UIM) 的显示格式。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。



- 3) 使用计算机控制时，需要连接温控器到计算机的串口，如果没有串口，可以使用 USB 转串口线。某些电脑（尤其是笔记本）系统中具有 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。

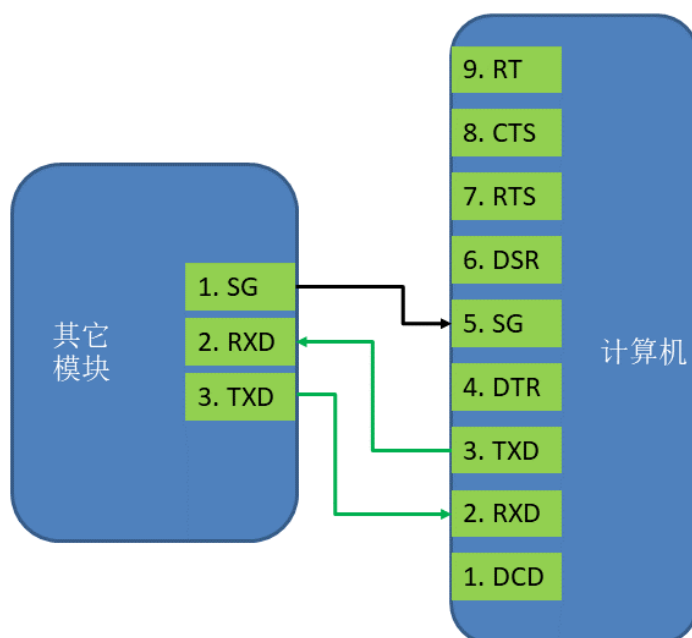
## 2.6 使用前的注意事项

- 1) 首次使用的用户，必须先阅读本使用手册。
- 2) 首次使用时，不得直接连接 TEC 和温度传感器。
- 3) 首次使用时，先关闭按键开关，连接电源输入到 VIN+和 GND，连接 UIM 到接口 UI RS232（如果使用计算机控制，则连接计算机串口到接口 PC RS232）。开机启动后，请参照使用手册逐步设置温控器。设定完成，功能正常后，再关机后连接 TEC 和温度传感器。

## 3 串口接口

### 3.1 计算机通讯串口 PC RS232

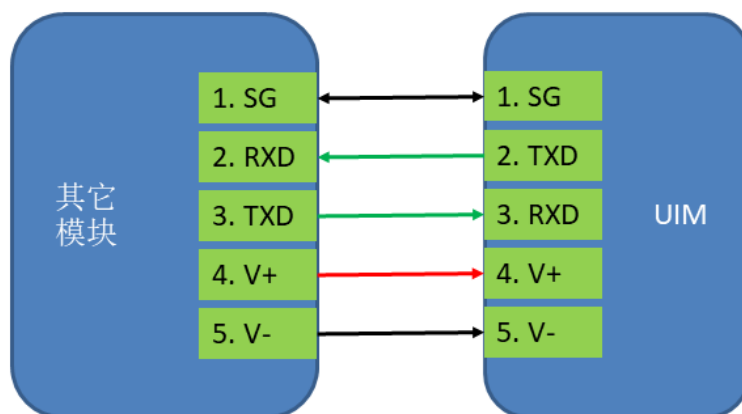
- 1) 计算机通讯串口 F6 (PC RS232)，为三针接口。该接口采用串口 RS232 通讯，可连接到计算机的串口。用户使用计算机控制温控器时，需要使用该接口，发货时均附带有配套连接线。
- 2) 该串口不支持热插拔，请断电后再连接线缆。
- 3) 连接时，使用三针（1 COM; 2 RXD; 3 TXD）通讯。1 COM 即通讯地。



- 4) 和计算机连接时，可以使用软件 EasyHost 或 EasyUI 控制温控器。
- 5) 用户也可以通过串口命令直接控制温控器。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 显示通讯串口 UI RS232

- 1) UIM 显示通讯串口 F8 (UI RS232)。用户使用 UIM 控制温控器时，需要使用温控模块的该接口。
- 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。接口定义：1 COM; 2 RXD; 3 TXD; 4 V+; 5 V-。
- 3) 显示模块 UIM 上的接口和温控模块上的接口定义略有不同，RXD 和 TXD 交换位置 (1 COM; 2 TXD; 3 RXD; 4 V+; 5 V-)，所以可以使用直连排线 (随机有该配套 5 针连接线) 连接 UIM 和温控模块。



- 4) 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) 本温控模块支持两个串口同时使用。UI RS232 连接到显示模块 UIM，PC RS232 连接到计算机。
- 2) 计算机通讯串口 (PC RS232) 具有更高的优先级，因此温控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，会导致显示模块 UIM 响应变慢或丢失响应。

### 3.4 串口的保护

- 1) 温控器的串口芯片已含有 $\pm 15\text{kV}$ 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 会直接与温控模块的 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温控器串口进行保护。



## 4 安装温控器

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 温控器安装和散热

- 1) 温控器的外形、安装孔尺寸见各自的数据手册。
- 2) 无外壳的温控器，对散热无特殊要求，靠自身、或自带风扇散热。安装时，注意模块不要和其它器件短路。
- 3) 有散热底板的温控器，小电流时无需额外散热，大电流时通过底板散热。阅读数据手册进一步了解散热安装方式和电流的关系。如果是把温控器固定到机箱里，以后不再更换位置时，建议在温控器的底部和安装位置之间添加导热材料，比如导热硅脂。
- 4) 温控器会监测自身温度，当达到危险温度时，温控器会关闭输出。建议用户初次使用时，模拟工作环境和功率输出强度，观测温控器自身温度，确定温控器的散热器措施，调整安装方案。
- 5) E 系列产品的外壳和电源输入的地（GND）相连，如果使用中需要地隔离的，可以在温控模块底部增加绝缘导热硅胶垫，安装孔可使用 M3 绝缘粒子隔离螺钉。

### 4.2 选择和连接电源

- 1) 温控器需要**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，再连接温控器；
  - ✓ 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温控器的电源电压范围。如果超出极限工作电压范围，可能损害温控器，后果自负。
- ✓ 电源电压尽量高于 TEC 电压 2V 以上。常规情况下，建议选择 12V 电源。如果 TEC 的电流小于模块输出电流能力的一半，且 TEC 电压低于 3V，可以选择 5V 电源；如果 TEC 实际工作所需的电压大于 10V，建议选择 24V 电压的电源。

### 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 TEC 实际工作时最大输出电功率的 1.2 倍以上。
- ✓ TEC 功率可以假设其为 1 个电阻来粗略估算。比如 TEC1-12710 这个型号的 TEC，其参数为最大电压 15V，最大电流为 10A，那么可以假设其电阻为 1.5 欧姆（ $15V/10A$ ，这是假设的电阻，无法用万用表准确测量）；如果温控器加在这个 TEC 上的电压为 9V（通过设置温控器的参数“最大输出电压”实现），那么需要的电流约为  $9V/1.5 \Omega = 6A$ ，则 TEC 总功率约  $9V * 6A = 54W$ ，则电源功率需要大于  $54W * 1.2 = 64.8W$  才能够保证顺利运行；如果电源功率不够，请更换功率足够的电源（最佳建议），或者减小加载在 TEC 上的电压（通过设置温控器的参数“最大输出电压”来实现，但是这可能会导致温控功率不够）。
- ✓ 如果电源的功率不够，可能导致运行过程中电源电压降低，温控器关闭输出并报警。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，温控器关闭输出，报错：电源电压错误。
- ✓ 实际输入电源电流是自适应的，大致等于 TEC 功率除以输入电源电压。在满足功率要求的情况下，不要求电源电流大于 TEC 电流。

### 4) 连接电源。

- ✓ 关闭按键开关，目的是保证第一次上电时，不打开功率输出。
- ✓ 连接功率接口。功率接口含有电源输入和 TEC 输出接口；第一次使用时，仅连接电源输入口。
- ✓ 请参照温控器上的标识，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。大电流的温控器可能有多个 VIN+，和多个 GND。相同的标识表示内部是相通的，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。

- ✓ 不要使用过细的线缆，保证线缆能够承受线缆上通过的电流。
- ✓ 为减小不同模块之间的干扰，建议温控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 选择温控器的控制方式

- 1) 用户可以使用计算机，或者手持式显示模块（UIM）来控制温控器。
  - 2) 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温控器。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，温控器必须处于断电状态。
    - ✓ 连接正确后，打开给温控器供电的电源。
    - ✓ 如果连接正确，温控器的电源指示灯亮。
    - ✓ 打开软件，操作软件，进入菜单系统进行参数设置。
  - 3) 或使用 UIM 控制温控器。
    - ✓ 如果用户选购有 UIM 模块，可连接接口 UI RS232 到 UIM 来设置温控器。连接线是排线，双头都是 PH2.0 的 5 针接口。该接口有防插反设计，插入时请注意方向，不得顾方向强行插入。
    - ✓ 请注意，连接 UIM 时，温控器须处于断电状态。
    - ✓ 连接正确后，打开给温控器供电的电源。
    - ✓ 如果连接正确，温控器的电源指示灯亮，UIM 的电源指示灯亮，UIM 的 LCD 液晶屏亮。
    - ✓ UIM 开始连接温控器。LCD 液晶屏幕上出现“Connect”字样。连接正常的情况下，1~2 秒后，UIM 会连接上温控器，开始显示菜单系

统。

✓ 操作 UIM，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

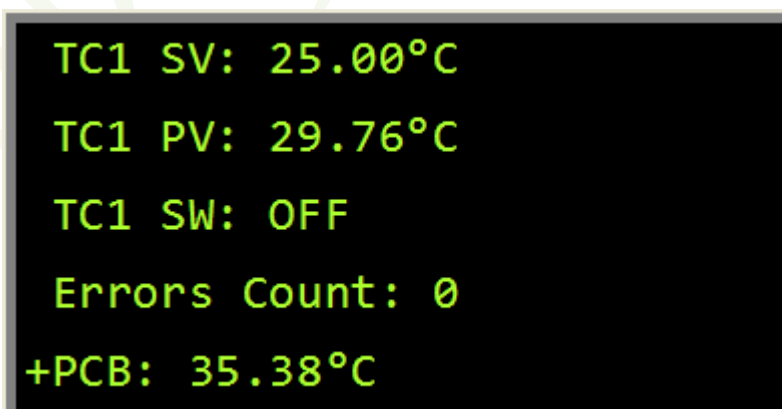
通过层级菜单，可以比较清晰的显示温控器的参数。

- 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。

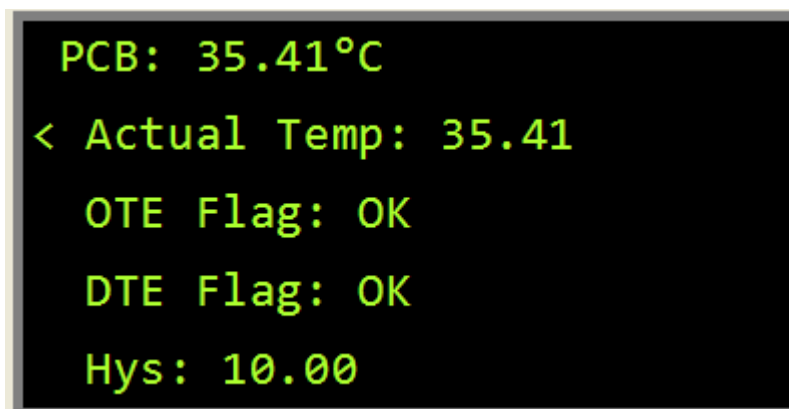


- 2) EasyUI 和 UIM 中，为英文菜单，每个菜单占据一行。

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。
- d) 显示模块 UIM 的操作方法，更详细信息见文档：显示模块 UIM 用户手册。

## 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。

地址	模块	错误
0	第1通道温控	传感器开路错误
0	第1通道温控	过温（温度超出范围）

- 2) 第一次使用时，由于未连接温度传感器，会出现如上图所示的两个错误信息提示；表示错误检测功能正常；如果出现其它错误信息，请检查系统。
- 3) 错误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。
- 4) EasyUI 和 UIM 中，错误列表统一放在 Errors Count 目录下。

## 4.6 温控器自身温度

温控器是功率器件，运行时会导致自身的温度升高。因此，温控器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”，可以观测温控器

自身的实际温度

- 2) 温控器空载运行时，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) 温控器自身具有两重温度保护。
  - ✓ 第一重是过温保护，当检测到过温时，会产生错误信息提示。
  - ✓ 第二重是危险温度保护，当检测到温控器已经处于危险温度时，会关闭温控器功率输出。
  - ✓ 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，温控器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。该特性是防止温控器频繁进入温度保护。  
举例：危险温度高阈值是 75℃，滞回值是 10℃，当温控器自身超过 75℃时，会触发危险温度保护，温控器功率输出会被关闭，由于温控器功率输出被关闭，功耗减小，温控器自身温度会下降，当下降到 65℃时，温控功率输出才会被再次打开。
- 4) 用户可通过观测该温度，分析温控器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 设置温控器

温控器出厂默认参数，不一定能够适合用户实际温控系统的需要，所以需要用户针对实际情况进行参数设置。

### 5.1 设置信息汇总

- 1) 初次使用，需要在 EasyHost 软件中可以完成如下设置（注意设置完成后需要保存设置才能在断电后不消失）。其它的一些高级设置，请看本手册的其它部分。

	设置	说明
1	传感器设置	温控器配件里自带的传感器可使用默认配置
2	传感器开路保护	常温工作可使用默认配置
3	温度选项	限制温度调节范围，设置温度显示小数位数
4	过温保护	当目标实际温度超过范围时，提醒用户。
5	过流保护阈值设置	小于 TEC 能够承受的最大电流，以保护 TEC
6	过压保护阈值设置	小于 TEC 能够承受的最大电压，以保护 TEC
7	最大输出电压设置	温控器输出到 TEC 两端的最大允许电压，对应最大温控功率，必须设置。默认输出电压是 1V，大多数情况下是不够用的。
8	输出模式设置	加热、制冷、双向自动三种模式可选。
9	PID 参数设置	第一次运行可使用默认值；然后根据实验效果修改，或者使用自动整定功能获得优化值；优化值在温控速度、稳定性、环境适应性之间取得平衡。

### 5.2 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（存储器在温控器上）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：当用户完成温控器所有的参数设置保存后，温控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



## 5.3 设置温度传感器

- 1) 在 EasyHost 软件的传感器设置目录中可以完成传感器设置。



参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	帮助
传感器类型	NTC热敏电阻		增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
传感器误差校正	0	℃	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
传感器基准电阻	10	kOhm	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
传感器串联电阻	11	kOhm	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
NTC热敏电阻计算公式	指数方程		增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
NTC热敏电阻指数公式系数	3950		增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
NTC热敏电阻S&H方程系数1	1.1236	E-3	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
NTC热敏电阻S&H方程系数2	2.3505	E-4	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
NTC热敏电阻S&H方程系数3	8.4336	E-8	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
PT电阻系数1	3.9083	E-3	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
PT电阻系数2	-5.775	E-7	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助

- 2) 可根据用户自己的情况设置传感器类型和参数。对于首次使用的用户，暂时无需修改，可使用默认设置。
- 3) **注意，参数设置值后如果没有进行保存操作，则下次开机后，本次设置的值消失，参数将会恢复到上一次保存过的值，其它参数与此相同。EasyUI 和 UIM 的保存方法见各自的说明书。**
- 4) 正确设置并保存后，关闭温控器的电源。**连接温度传感器，然后再次启动。**这里，为了帮助用户熟悉温控器的使用，请先连接随机附带的 NTC 热敏电阻（拿住插头插拔，不要直接扯动引线）学习使用。随机附件热敏电阻的参数系统里已经默认设置，连接后无需修改设置。
- 5) 重启后，进入“EasyHost > 第1通道温控 > 温度显示 > 实际温度”，观测实际温度是否正常。如果使用随机附带的热敏电阻，则测量热敏电阻接触物体的温度。如果热敏电阻是暴露在空气中，则实际上是在测量空气温度。



参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
调节温度	25	℃	增大	减小	保存	第1通道温控
实际温度	24.99	℃	增大	减小	保存	第1通道温控

- 6) 如果显示正确，则表示温度探测部分正常，该部分的设置完成。

- 7) 用户暂时不考虑温度传感器的选择和设置问题，先熟悉温控器，本手册在稍后的“温度传感器”一章做详细介绍。
- 8) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 温度显示 > 实际温度	TC1 PV> Actual Temp
第 1 通道温控 > 传感器设置 > 传感器类型	TC1 PV> Temp Sensor > Temp Sensor

## 5.4 温度传感器开路保护

- 1) 当用户正确设定了温度传感器，并工作正常时，可以进一步设定温度传感器开路保护。
- 2) 作用：当传感器未连接或工作过程中意外断开时，会出现温度监测结果异常大或者异常小，如果不能排除这种情况，温控器的功率输出对温控目标出现错误加热或者错误致冷的情况，因此该功能很重要。
- 3) 为了判断传感器是否异常，需要设置 1 个开路保护温度区间。当检查到测量温度在该区间外时，即认定为异常或者是传感器开路，然后温控器会关闭温控功率输出。
- 4) 该温度区间的合理设置和用户的使用情况相关。开路保护温度区间应包含用户的工作温度区间，同时包含温控器的工作环境温度变化区间。
- 5) 扩展应用：也可以作为系统异常时（比如温控系统的散热风扇损坏，会导致温控系统的整体温度升高，当温度上升到一定程度时，触发开路保护的阈值），关断温控输出的保护。
- 6) 在“EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器开路保护”目录进行设置。“开路保护低阈值”和“开路保护高阈值”共同组成了开路保护温度区间。

<ul style="list-style-type: none"> <li>第1通道温控             <ul style="list-style-type: none"> <li>温度显示</li> <li>输出设置及状态</li> <li>传感器设置</li> <li>PID设置</li> <li>温度设置</li> <li>过压保护</li> <li>过流保护</li> <li>过温保护</li> <li>传感器开路保护</li> <li>错误状态及自动恢复</li> </ul> </li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>参数名称</th> <th>参数值</th> <th>单位</th> <th>增大</th> <th>减小</th> <th>保存</th> <th>模块</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>传感器开路保护结果</td> <td>正常</td> <td></td> <td>增大</td> <td>减小</td> <td>保存</td> <td>第1通道温控</td> </tr> <tr> <td>传感器开路保护开关</td> <td>已打开</td> <td></td> <td>增大</td> <td>减小</td> <td>保存</td> <td>第1通道温控</td> </tr> <tr> <td>传感器开路保护低阈值</td> <td>-20</td> <td>℃</td> <td>增大</td> <td>减小</td> <td>保存</td> <td>第1通道温控</td> </tr> <tr> <td>传感器开路保护高阈值</td> <td>100</td> <td>℃</td> <td>增大</td> <td>减小</td> <td>保存</td> <td>第1通道温控</td> </tr> </tbody> </table>	参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	传感器开路保护结果	正常		增大	减小	保存	第1通道温控	传感器开路保护开关	已打开		增大	减小	保存	第1通道温控	传感器开路保护低阈值	-20	℃	增大	减小	保存	第1通道温控	传感器开路保护高阈值	100	℃	增大	减小	保存	第1通道温控
参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块																														
传感器开路保护结果	正常		增大	减小	保存	第1通道温控																														
传感器开路保护开关	已打开		增大	减小	保存	第1通道温控																														
传感器开路保护低阈值	-20	℃	增大	减小	保存	第1通道温控																														
传感器开路保护高阈值	100	℃	增大	减小	保存	第1通道温控																														

7) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 传感器开路保护 > 保护开关	TC1 > RtOCP Flag > RtOCP
第 1 通道温控 > 传感器开路保护 > 低阈值	TC1 > RtOCP Flag > RtOCP LT
第 1 通道温控 > 传感器开路保护 > 高阈值	TC1 > RtOCP Flag > RtOCP HT

## 5.5 温度相关设置

- 1) 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 温度显示 > 调节温度”可以设置温控温度；通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 温度显示 > 实际温度”可以观测实际温度（温度传感器的测量温度）。

The screenshot shows the '第1通道温控' (Channel 1 Temperature Control) menu tree on the left. The '温度显示' (Temperature Display) sub-menu is selected. On the right, a table displays the following parameters:

参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
调节温度	25	℃	增大	减小	保存	第1通道温控
实际温度	24.99	℃	增大	减小	保存	第1通道温控

- 2) 为了防止用户在调节温度时超出允许范围，可通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 温度设置”目录里的“最低设定温度”和“最高设定温度”来限制调节范围。

The screenshot shows the '第1通道温控' (Channel 1 Temperature Control) menu tree on the left. The '温度设置' (Temperature Settings) sub-menu is selected. On the right, a table displays the following parameters:

参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	数据处
设定温度	25	℃	增大	减小	保存	第1通道温控	自动更新
温度限速	1	℃/秒	增大	减小	保存	第1通道温控	自动更新
最高设定温度	35	℃	增大	减小	保存	第1通道温控	自动更新
最低设定温度	10	℃	增大	减小	保存	第1通道温控	自动更新
温度调节步进值	0.01	℃	增大	减小	保存	第1通道温控	自动更新
温度显示小数位数	2		增大	减小	保存	第1通道温控	自动更新

- 3) 三个温度参数的关系（调节温度，设定温度，实际温度）：
  - ✓ “调节温度”由用户设置，用户设置到哪个值，就立即变化到该值。

- ✓ “设定温度”由模块自动计算的。它被“温度限速”后向“调节温度”变化，直至和“调节温度”相同。
- ✓ “实际温度”由温控器控制。温控器输出特定功率，控制温控目标的“实际温度”无限接近“设定温度”。

#### 4) 温度限速

- ✓ “温度限速”会限制“设定温度”的变化速度；
- ✓ 当温控器输出关闭时，“设定温度”会自动被设置为温控目标的“实际温度”，防止下次输出开启时出现跳变。
- ✓ 通过减小“温度限速”可以防止温控目标的温度变化过快；合理设置可以得到温度曲线效果。
- ✓ 如图所示：绿色为调节温度，紫色为设定温度，红色为实际温度。最开始阶段，温度稳定在 30 度，在 09:51:42 时，“调节温度”被设置为 20 度，发生了突变；但是由于“温控限速”被设置为 0.025 度每秒，所以“设定温度”只能以一个固定斜率（0.025 度每秒）往“调节温度”变化；“实际温度”则尽量接近“设定温度”；“温控限速”越小，则“实际温度”越和“设定温度”吻合。



#### 5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 温度显示 > 调节温度	TC1 PV> Adjust Temp

	或 TC1 SV
第 1 通道温控 > 温度显示 > 实际温度	TC1 PV> Actual Temp
第 1 通道温控 > 温度设置 > 设定温度	TC1 PV> Set Temp
第 1 通道温控 > 温度设置 > 最低设定温度	TC1 PV> Set Temp > Min Set Temp
第 1 通道温控 > 温度设置 > 最高设定温度	TC1 PV> Set Temp > Max Set Temp
第 1 通道温控 > 温度设置 > 温度限速	TC1 PV> Set Temp > Ramp Speed

## 5.6 最大输出电压

- 1) 温控器采集目标温度，和用户设置的调节温度比较，通过 PID 计算出一个合适的输出电压，然后输出驱动半导体制冷片 TEC 实现温控。每种 TEC 能够承受的最大电压是不一样的，因此在这里要设置 1 个最大输出电压，限制温控器的实际输出电压范围。
- 2) 温控器的最大输出电压可以通过软件设置，因此用户可以先根据自己的温控系统需要选择合适的 TEC，然后再根据所选 TEC 设置温控器的最大输出电压。
- 3) 首先确定所需的最大制冷功率：具体参见我司文档“温控系统介绍”和“应用笔记：TEC 简易选择步骤”。
- 4) 确定温控器最大输出电压。
  - ✓ 温控模块最大输出电压  $\geq$  所需的最大温控功率对应的电压。保证实际最大制冷功率（温控器实际输出电压=最大输出电压时）足够在极端环境下将温控目标控制在需要的温度。
  - ✓ 温控模块最大输出电压  $<$  过压保护阈值 - 噪声容限。要注意，最大输出电压和过压保护阈值不能太接近，否则容易误报错；噪声容限一般取电源电压的 3%-10%。
  - ✓ 温控模块实际输出电压 在区间[负向最大输出电压, 正向最大输出电压]范围内。实际输出电压是根据温度反馈实时 PID 控制的结果，其绝对值在 0 和最大输出电压之间。
  - ✓ 实际使用时，最大输出电压可以先设置一个较小的值，然后实验，如

果功率不够，再逐步增大。

5) 设置温控器最大输出电压的方法。

- ✓ 实际输出电压的极性可正可负。“最大输出电压”是指允许输出的最大电压值的绝对值，因此始终为正。
- ✓ 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 最大输出电压”来设置。保存该参数设置。
- ✓ 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 输出设置及状态”目录下的“实际输出电压”和“实际输出电流”来观测实际输出结果。

参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
最大输出电压	1	V	增大	减小	保存	第1通道温控
输出模式	双向模式		增大	减小	保存	第1通道温控
预计输出电压	0	V	增大	减小	保存	第1通道温控
最大输出电压比值	0.08		增大	减小	保存	第1通道温控
实际输出电压	0.12	V	增大	减小	保存	第1通道温控
开关	已关闭		增大	减小	保存	第1通道温控
功率输出状态	已关闭		增大	减小	保存	第1通道温控
功率输出结构	全桥结构		增大	减小	保存	第1通道温控
实际输出电流	0.1	A	增大	减小	保存	第1通道温控

- ✓ 注意 1: 为了安全，在有功率输出时，温控器会禁止调节最大输出电压；即：只有当温控器功率输出处于关闭状态时，用户才可以设置该参数。
- ✓ 注意 2: 调节时，最大输出电压被限定在 0.1V 与过压保护阈值之间。当调节无法增大该值时，请检查过压保护阈值的设置值。

6) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 最大输出电压	TC1 PV> Output > Max V
第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 实际输出电压	TC1 PV> Output > Actual Vol

## 5.7 输出过压保护

- 1) 输出电压作用于温控执行器件：如 TEC，陶瓷加热棒、电阻丝等。温控执行器件具有一定的安全电压范围，超过该范围会导致温控执行器件损坏。
- 2) 为了保护温控对象和温控执行元件，温控器有输出过压保护。
- 3) 过压保护阈值的确定。
  - ✓ 过压保护阈值 < 温控模块的电源电压\*95%。
  - ✓ 过压保护阈值 < TEC 最大工作电压。TEC 最大工作电压是指半导体制冷片的极限电压承受能力，具体值请咨询半导体制冷片供应商。
  - ✓ 举例：TEC1-12706 最大工作电压为 15V，最佳工作电压 10.5V，假设温控器的电源电压 12V，最大输出电压设为 10V，那么过压保护阈值可以设为 11V。
- 4) 设置方式。
  - ✓ 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 过压保护 > 过压保护阈值调节”设置并保存。
  - ✓ 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 过压保护 > 实际的过压保护阈值”观测实际硬件设置结果。“实际的过压保护阈值”不会高于电源电压。
  - ✓ 注意：为了安全，在有功率输出时，温控器会禁止调节保护电压阈值；即：只有当温控器功率输出处于关闭状态时，用户才可以设置该参数。
  - ✓ 过压错误是瞬时发生的，因此为了便于用户观察，错误发生时，系统保护关断输出，过压错误消失，保护结果却仍然显示为“错误”，借此提示用户：曾经发生过过压错误。下一次重新上电时，保护结果才恢复显示为正常。

参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
过压保护开关	已打开		增大	减小	保存	第1通道温控
过压保护阈值调节	11	V	增大	减小	保存	第1通道温控
实际的过压保护阈值	10.93	V	增大	减小	保存	第1通道温控
过压保护结果	正常		增大	减小	保存	第1通道温控

- 5) 为了安全，本产品的过压保护不能被禁止。
- 6) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 过压保护 > 过压保护阈值调节	TC1 PV> OVE Flag > Adj OVPV
第 1 通道温控 > 过压保护 > 实际的过压保护阈值	TC1 PV> OVE Flag > OVPV

## 5.8 输出过流保护

- 1) 温控器的“实际输出电流”是指输出经过负载的电流的绝对值，始终为正，这点和“实际输出电压”的定义有所不同。
- 2) 输出电流过流保护阈值的确定。
  - ✓ 稍大于最大需求输出电流。
  - ✓ 小于 TEC 最大承受电流。
- 3) 设置方式。
  - ✓ 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 过流保护 > 过流保护阈值调节”设置并保存。
  - ✓ 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 过流保护 > 实际的过流保护阈值”观测实际硬件设置结果。
  - ✓ 注意：为了安全，在有功率输出时，温控器会禁止调节过流保护阈值；即：只有当温控器功率输出处于关闭状态时，用户才可以设置该参数。
  - ✓ 过流错误是瞬时发生的，因此为了便于用户观察，错误发生时，系统保护关断输出，过流错误消失，保护结果却仍然显示为“错误”，借此提示用户：曾经发生过过流错误。下一次重新上电时，保护结果才恢复显示为正常。



参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
过流保护开关	已打开		增大	减小	保存	第1通道温控
过流保护阈值调节	3	A	增大	减小	保存	第1通道温控
实际的过流保护阈值	3.03	A	增大	减小	保存	第1通道温控
过流保护结果	正常		增大	减小	保存	第1通道温控
限流保护开关	已打开		增大	减小	保存	第1通道温控
限流保护值	2	A	增大	减小	保存	第1通道温控

4) 为了安全,本产品的过流保护不能被禁止。

5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 过流保护 > 过流保护阈值调节	TC1 PV> OCE Flag > Adj OCPC
第 1 通道温控 > 过流保护 > 实际的过流保护阈值	TC1 PV> OVE Flag > OCPC

## 5.9 输出限流

1) 常规限流。

- ✓ 温控器会在过流保护触发之前先行试图进行限流保护,限流保护不成功,再触发过流保护关断输出,这样可以避免频繁进入过流保护。
- ✓ 限流电流为“实际的过流保护阈值”减去“电流设置余量”,电流设置余量通常为温控器最大输出电流能力的 10%。因此过流保护阈值建议不要超过 TEC 的最大电流承受能力。
- ✓ 通常情况下,限流功能都会正常工作;如果负载的电阻特别小,则可能导致限流工作不正常。

2) 高温限流。比如常规温控器,当温控器自身温度高于 55 度时,温控器会逐步限制最大输出电流,当温控器温度高于 75 度时,最大输出电流为 0。详细信息见各自的数据表。

3) 如非特殊需要,请勿关闭限流功能。

## 5.10 输出模式

1) 温控器输出具有 3 种模式,致冷、加热和双向。

- ✓ 致冷模式：温控器只致冷，不加热。
  - ✓ 加热模式：温控器只加热，不致冷。
  - ✓ 双向模式：双向温控器既可以加热，也可以致冷。
- 2) 根据型号不同，温控器的硬件输出极性有两种：双向型和单向型。双向型温控可以选择 3 种输出模式：致冷、加热和双向；单向型温控输出模式只能选择致冷或者加热。
- 3) 设置方法：通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 输出模式”进行设置。

参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
最大输出电压	1	V	增大	减小	保存	第1通道温控
输出模式	双向模式		增大	减小	保存	第1通道温控
预计输出电压	0	V	增大	减小	保存	第1通道温控
最大输出电压比值	0.08		增大	减小	保存	第1通道温控
实际输出电压	0.11	V	增大	减小	保存	第1通道温控
开关	已关闭		增大	减小	保存	第1通道温控
功率输出状态	已关闭		增大	减小	保存	第1通道温控
功率输出结构	全桥结构		增大	减小	保存	第1通道温控
实际输出电流	0.1	A	增大	减小	保存	第1通道温控

4) 单向型温控的特点和限制。

输出极性	单向型	
可选输出模式	加热	致冷
TEC+电压	0~最大输出电压	0~最大输出电压
TEC-电压	始终为 0	始终为 0
适宜温控对象	温控温度高于环境温度	有内热或温控温度低于环境温度
温控执行元件	TEC、加热棒	TEC
TEC 连接方法	TEC+接 TEC 负极黑线 TEC-接 TEC 正极红线	TEC+接 TEC 的正极红线 TEC-接 TEC 的负极黑线

5) 双向型温控的特点和限制。

输出极性	双向型		
可选输出模式	加热	致冷	双向
适宜温控对象	温控温度高于环境	有内热或温控温度	所有

	温度	低于环境温度	
温控执行元件	TEC、加热棒	TEC	TEC
TEC 连接方法	TEC+接 TEC 的正极红线 TEC-接 TEC 的负极黑线		

6) 为了安全，在温控器有功率输出时，程序禁止输出模式被改变；反之，只有当温控器功率输出处于关闭状态时，用户才可以设置该参数。

7) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 输出模式	TC1 PV> Output > Mode

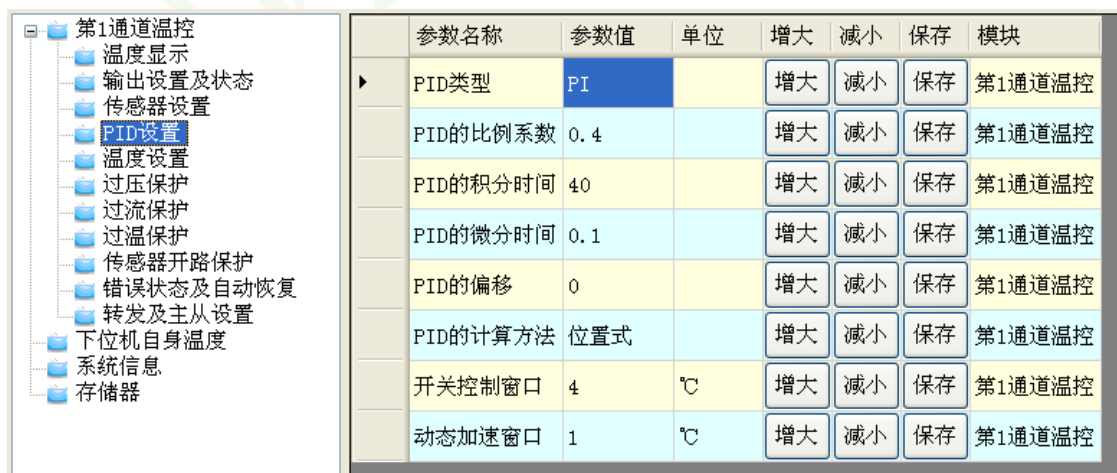
## 5.11 设定 PID 参数

1) PID 类型。有 P, PI, PID 三种可选。

- ✓ P: 比例控制。
- ✓ PI: 比例积分控制。
- ✓ PID 比例积分微分控制。

2) 通常情况下，PI 比例积分控制足够温控系统的需要。

3) 可通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > PID 设置”目录修改 PID 设置。



参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
PID类型	PI		增大	减小	保存	第1通道温控
PID的比例系数	0.4		增大	减小	保存	第1通道温控
PID的积分时间	40		增大	减小	保存	第1通道温控
PID的微分时间	0.1		增大	减小	保存	第1通道温控
PID的偏移	0		增大	减小	保存	第1通道温控
PID的计算方法	位置式		增大	减小	保存	第1通道温控
开关控制窗口	4	℃	增大	减小	保存	第1通道温控
动态加速窗口	1	℃	增大	减小	保存	第1通道温控

4) 我司默认的 PID 设置可满足一般需求，用户可先行试用，再在该参数基础

上进行微调。如果 PID 参数不满足要求，用户可以自行调整，也可以使用自动整定功能来简化 PID 参数设置。关于本文的 PID 参数的具体含义、作用、自动整定等调节方法，请参见后面的章节：温控系统中的 PID 参数。

#### 5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > PID 设置 > 比例系数	TC1 Menu > PID Menu > Param P
第 1 通道温控 > PID 设置 > 积分时间	TC1 Menu > PID Menu > Param Ti
第 1 通道温控 > PID 设置 > 微分时间	TC1 Menu > PID Menu > Param Td
第 1 通道温控 > PID 设置 > 控制间隔	TC1 Menu > PID Menu > Interval

## 5.12 功率开关方法

### 1) 硬件方法：

- ✓ 按下按钮开关可以打开温控器输出。如果开机时，按钮开关处于打开位置，并且没有检测到错误，则会自动打开温控器输出。多通道温控器中，按下按钮开关表示同时打开所有通道输出。
- ✓ 通过远程接口来打开温控器。注意：当 SW 口悬空时，按钮开关决定 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。按钮开关被屏蔽。
  - SW 口通过机械开关和 GND 通断：按钮开关处于打开位置；远程接口的 SW 如果悬空（实际电平由按钮开关决定为高电平），则会打开温控器输出；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：按钮开关处于关闭位置；远程接口的 SW 如果悬空（实际电平由按钮开关决定为低电平），则会关闭温控器输出；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”对应的菜单或按钮可打开

温控器输出。多通道温控器中，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，向温控器发送命令打开温控器输出。如果是通过自己编写上位机软件来控制温控器的使能，则可以向温控器发送命令。比如命令：`TC1:TCSW=1<R>`，温控器接收到命令后，如果没有检测到错误，则会打开温控器 1 通道输出。
- 3) 软件和按键开关可以同时向温控器进行开关控制。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）。

### 5.13 保护功能、输出状态与开关的关系

- 1) “EasyHost > 第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 功率输出状态”代表的实际功率输出状态。
- 2) “EasyHost > 第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 开关”专指用户对温控器的是否输出的设定；该设定可能是由按键开关设定的，也有可能是用户通过上位机软件设定的。
- 3) 出现过压错误、过流错误、危险温度时，会关闭温控功率输出。
- 4) 当用户把“EasyHost > 第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 开关”设定为“已打开”时，温控器也有可能因为检测到某些错误而不输出功率，“EasyHost > 第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 功率输出状态”显示为“已关闭”，这种情况下，输出灯会闪烁。
- 5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 功率输出状态	TC1 PV > Output
第 1 通道温控 > 输出设置及状态 > 开关	TC1 PV > Switch 或者 TC1 SW

### 5.14 功率输出测试

- 1) 采用 1 个和用户选择 TEC 的电阻值相近的功率电阻来模拟 TEC，可以进行功

率输出的测试。功率电阻的散热能力和功耗承受能力要满足测试要求（比如达到 TEC 工作电压时的功耗和散热能力）。

- 2) 关闭电源。
- 3) 连接功率电阻到接口的 TEC+和 TEC-。
- 4) 确认给温控器供电的电源功率输出能力满足要求。
- 5) 启动电源。
- 6) 确认温控器启动正常，确认没有错误信息提示。
- 7) 打开按键开关 F5，启动温控器输出。
- 8) 观测温控器实际输出电压，测量功率电阻的两端电压，进行对比。本温控器是电压源，因此，即使没有连接功率电阻，启动温控器后，仍然可以测量到正确的输出电压，只不过无法测试电流输出。
- 9) 测试完成后，如果一切正常，关闭按键开关，关闭温控器输出。如有异常，请检查温控器，如果有不明白的地方，请联系厂家。

## 5.15 实际使用温控

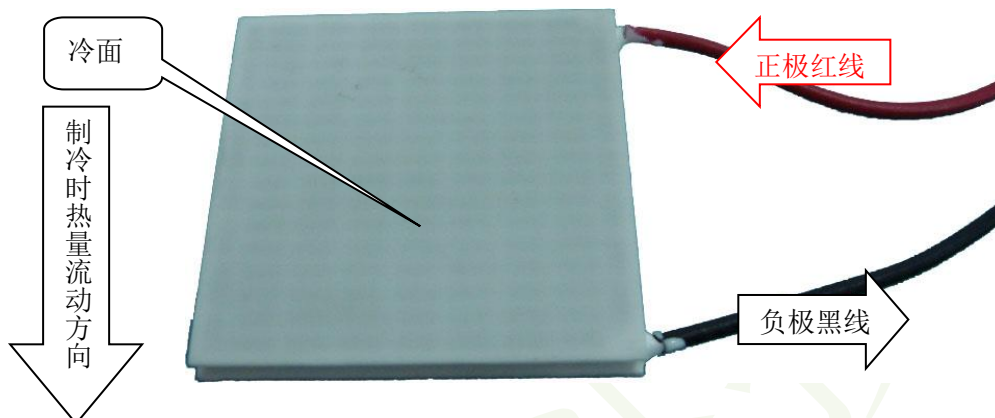
经过初次使用温控器，完成启动后的设定，用户对温控器模块应该具备了相当的了解。完成了针对实际情况的相关设置，并且经过了测试，确保温控器已可以进入实际工作。到了这里，就要可以开始构建完整的温控系统了。其中最主要的工作是连接探测实际温控目标的温度探测器，和连接温控执行元件 TEC。

## 5.16 连接制冷片 TEC

- 1) 半导体制冷片 TEC 是有方向的器件，因此 TEC 的接线、TEC 的冷热面区分都有要求。
- 2) 关于输出模式和连接方法的关系，可以见前一章关于输出模式的介绍。
- 3) 以双向输出模式为例，TEC+接 TEC 的红线正极，TEC-接 TEC 的黑线负极。**该接法的前提是 TEC 的热面和冷面正确使用。**如下图所示，TEC 的上表面为冷面，下表面为热面。冷面紧贴温控目标，热面安装散热器。制冷时，热量的流动方向是从温控目标，到 TEC 冷面，

再到 TEC 热面，然后再到散热器，最后从散热器散逸到环境空气。

- 4) 加热时，电流方向相反，热量流动方向也相反。
- 5) TEC 方向简易判断方法，右手法则：伸出右手，握拳，四指握拳方向从正极红线到负极黑线（电流流动的方向），则此时大拇指一侧为冷面，小指一侧为热面。



## 5.17 使用步骤总结

- 1) 电源关闭的状态下，更换温度传感器为用户实际使用的温度传感器。
- 2) 打开电源。
- 3) 为温度传感器设定正确参数。
- 4) 检查温度显示是否正常，同时其它必要的参数（比如根据实际将要使用的 TEC 进行输出设置）进行重新设定和保存。
- 5) 设定完成后，使能存储内容保护，确保数据安全。
- 6) 关闭电源。务必要关闭电源，才能进行 TEC 的连接。
- 7) 正确连接温控执行元件：TEC 或者陶瓷加热片。
- 8) 确认给温控器供电的电源功率输出能力满足要求。
- 9) 关闭按键开关 F5。
- 10) 打开电源。
- 11) 确认一切正常。
- 12) 打开按键开关 F5，使能温控器功率输出，TEC 开始工作。
- 13) 观测温控对象温度变化。
- 14) 根据观测结果调整 PID 参数，使得温控器工作响应快、过冲小、波

动小。关于本文的 PID 参数的调节方法，请参见小节：温控系统中的 PID 参数。

- 15) 保存 PID 参数设置。
- 16) 经过确认的可以正常运行的已经设置好的温控器，可以在以后的运行中脱离 UIM 或者 EasyUI 软件运行。
- 17) 保护你的劳动成果。当你完成 1 个效果满意的温控器配置时，请单独用文件把这些配置一一记录下来，它不仅适用于我司这一台温控器，也适用于这一系列的温控器，也可能对你将来使用其它公司温控器产品带来帮助，减少重复劳动。



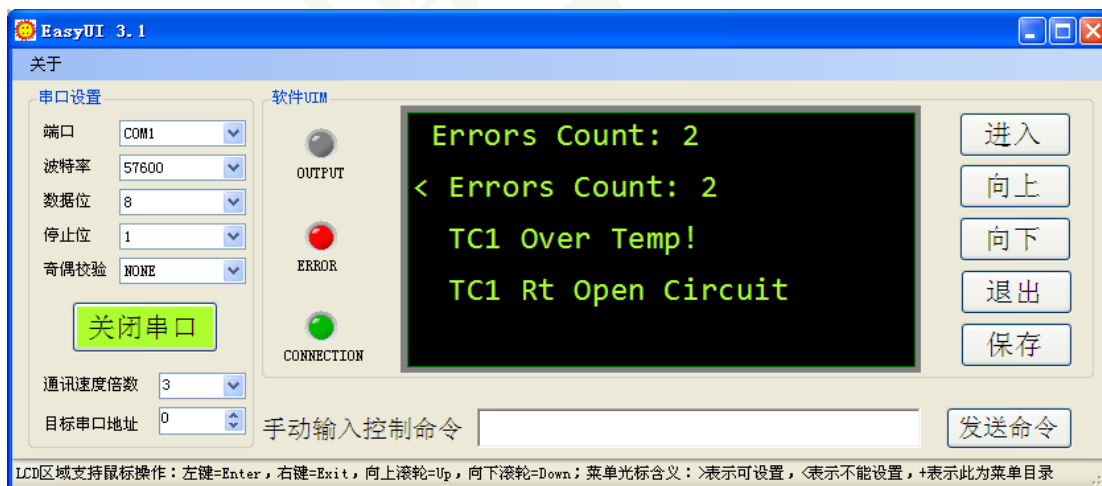
## 6 温控问题和错误

### 6.1 温控问题

- 1) 通常可采用默认 PID 参数。但某些时候，采用默认 PID 参数会发现温控效果不好。关于 PID 参数调整或自动整定的详细信息，请阅读“温控系统中的 PID 参数”这一章节。
- 2) 关于其它的一些温控问题，请看单独的文档“温控模块常见问题.pdf”。该文档可以从我司网站上下载。

### 6.2 系统错误列表（Errors Count）

- 1) 如果模块的红色 LED 灯亮或闪烁，代表有错误发生。
- 2) 在 EasyHost 软件中，把鼠标的指针放在软件的红色错误灯上，则会弹出错误列表。
- 3) 在 EasyUI 软件中，有个专门叫做 Errors Count 的目录，里面显示错误列表。



- 4) 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。

- 5) 关于这些错误如何处理，请看文档“[温控模块常见问题.pdf](#)”。

## 6.3 温控模块错误提示种类

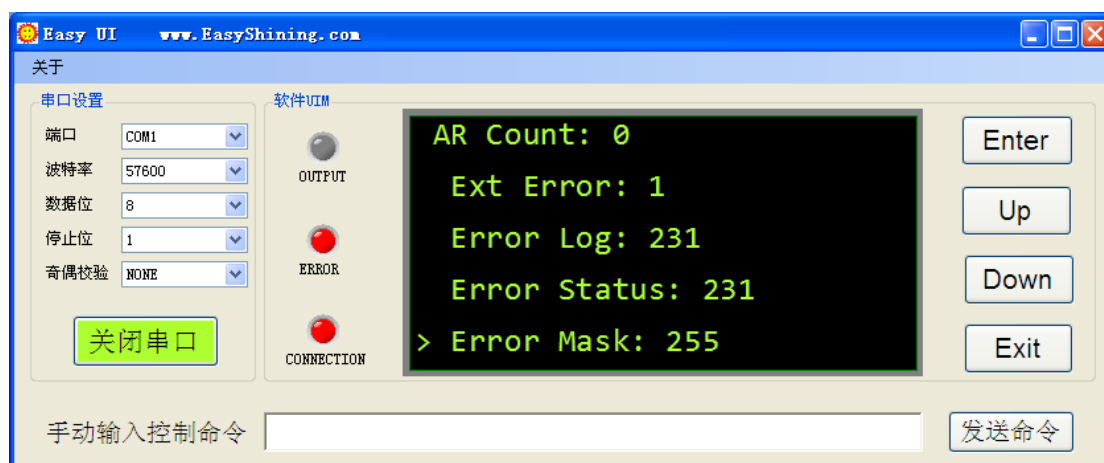
- 1) 温控模块的核心部分是温控子模块，温控子模块提供多种形式的错误报告。
  - ✓ 外部错误：用于记录来自温控器上其它子模块发生过的，且对所在子模块也有重大影响的错误。比如系统检测到电源电压不正确的错误，或者温控器电路板处于危险温度状态的错误，都会在第 1 通道温控的外部错误里体现出来。
  - ✓ 错误日志：用于记录自温控器上电以来本子模块曾经发生过的错误。该日志只记录本子模块的错误，对其它子模块的错误不予记录。
  - ✓ 错误状态：用于记录温控器当前本子模块的错误状态。该日志只记录本子模块的错误状态，对其它子模块的错误状态不予记录
  - ✓ 错误掩码：用于设定不可恢复的错误。
- 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 通道温控 > 错误状态及自动恢复”目录下，可以直接读出。

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

## 6.4 温控模块的错误日志

- 1) 错误日志：TC1 Menu > AR Count > Error Log，用于记录自温控器上电以来 TC1 子模块曾经发生过的错误。该日志只记录 TC1 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。

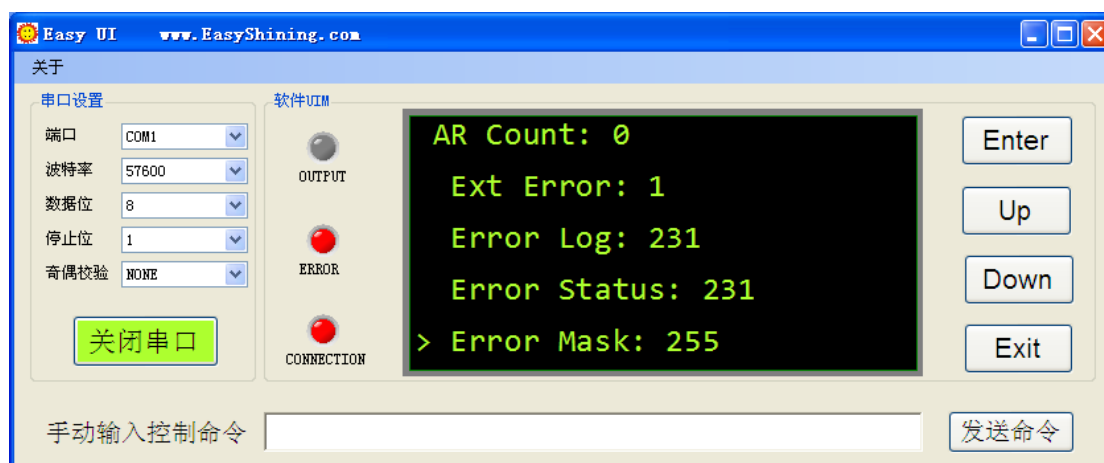
3) 错误日志示例：

- ✓ 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）。

## 6.5 温控模块的错误状态

1) 错误状态：TC1 Menu > AR Count > Error Status，用于记录温控器当前 TC1 子模块的错误状态。该日志只记录 TC1 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；
- ✓ 第 1 位：过压；
- ✓ 第 2 位：过流；
- ✓ 第 3 位：过温；
- ✓ 第 4 位：温度传感器开路；
- ✓ 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）。

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。

## 7 外部状态

### 7.1 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			增大	减小	保存	帮助	自动更新	第1通道温控
	外部锁			增大	减小	保存	帮助	自动更新	第1通道温控
	外部锁极性			增大	减小	保存	帮助	自动更新	第1通道温控
	外部控制			增大	减小	保存	帮助	自动更新	第1通道温控

### 7.2 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。

### 7.3 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。

## 7.4 外部状态

- 1) 外部状态: 温控 1 > 外部状态, 用于记录影响温控 1 的外部错误。下面四种情况都会导致外部状态错误 (=0), 温控输出会被关闭, 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 (TCEXTCTRL=0);
  - ✓ 外部锁处于已锁状态;

## 8 温度传感器

### 8.1 温度传感器设置汇总

- 1) 现在把传感器设置方式的汇总如下，具体的设置方法见后面几小节的详细描述。

温度传感器:		热敏电阻	铂电阻 PT1000	
接线: 在 3 针的传感器输入插座中, 只选择其中 2 针来插入传感器		根据温度范围选择 1). COM 和 11k 2). COM 和 1k 具体可参见 Excel 文档: TCM 模块中热敏电阻温度分辨率.xlsx	COM 和 1k	
软件设置	传感器类型:	NTC	PT	
	基准电阻: 传感器本身标准阻值	热敏电阻的 25 度阻值	0 度阻值: 1kOhm	
	参考电阻(注 1): 根据接线设置	1). 11kOhm 2). 1kOhm	1kOhm	
	NTC 计算公式: 根据精度需求设置	普通精度	高精度	无需设置
		指数公式	S&H 公式	
系数:	指数公式系数 Beta (B)	1. NTC C1 2. NTC C2 3. NTC C3	1. PT C1 2. PT C2 一般情况下, 可以采用默认 值	
		具体见文档: 应用笔记 2, NTC 热敏电阻 应用笔记 4, NTC 热敏电阻 的 Steinhart-Hart 方程系数		

注 1: 某些型号内部的参考电阻不同。比如 TCM1040 内部只有 1 个参考电阻 10k。

## 8.2 测温方式

- 1) TCM 系列温控器使用电阻型的温度探测器，包括 NTC 热敏电阻和 PT 铂电阻。
- 2) TCM 系列温控器是采用测量传感器电阻的方式来测量温度，为了扩大高精度测量范围，温控器内部提供了 2 个不同的高精度的参考电阻，分别是 1k $\Omega$  和 11k $\Omega$ ，用户通过选择不同的接口使用不同的参考电阻。该测温结构的特点是，参考电阻  $R_S$  和温度传感器阻值相同的时候，温度分辨率最高。
- 3) 关于分辨率等指标的一些更详细信息，见文档“温控模块的性能指标.pdf”。

## 8.3 选择温度传感器

- 1) 关于 NTC 热敏电阻和 PT 铂电阻的介绍，请参见我司文档：“应用笔记 2：NTC 热敏电阻”和“应用笔记 3：PT 铂电阻”。
- 2) 根据测温范围和分辨率要求选择温度传感器。
  - ✓ 如果温度范围是 25 度附近的常温，建议选择热敏电阻 NTC10k。
  - ✓ 如果测温范围很宽，建议选择 PT1000，比如要求测量 -55~190 度的情况。
  - ✓ 我司的温控器不适合使用 PT100。
- 3) 推荐选择表。

温度范围	推荐传感器	建议参考电阻	线性度	灵敏度	尺寸
-40~100	NTC10k	11k	差	好	好
20~150	NTC10k	1k	差	好	好
-55~190	PT10000	11k	好	一般	一般
-55~190	PT1000	1k	好	一般	一般

- 4) 提供 1 个 Excel 文档(TCM 模块中热敏电阻温度分辨率.xlsx)辅助选择：在该文档里输入热敏电阻的参数，既可以自动计算出各个温度点的预期热敏电阻温度分辨率。



## 8.4 连接温度传感器

- 1) 温度传感器使用两线制，即只需连接传感器正负两端的两根线到温控器。3 线制的 PT1000 传感器中，有两根线是相通的，并联成 1 根即可。
- 2) 温控器则使用 3 针 2510 插座。传感器的其中 1 线接入插座的第 2 针通用接口，传感器的另外 1 线可在 2510 插座的第 1 针和第 3 针中选择：接入第 1 针，则参考电阻是 1k $\Omega$ ；接入第 3 针，则参考电阻是 11k $\Omega$ 。
- 3) 接法举例。
  - ✓ NTC10k 热敏电阻测量常温时，选择参考电阻  $R_S=11k\Omega$ ，插入 2 针和 3 针。
  - ✓ NTC10k 热敏电阻测量高温时，选择参考电阻  $R_S=1k\Omega$ ，插入 1 针和 2 针。
  - ✓ PT10000 选择参考电阻  $R_S=11k\Omega$ ，插入 2 针和 3 针。
  - ✓ PT1000 选择参考电阻  $R_S=1k\Omega$ ，插入 1 针和 2 针。

## 8.5 软件设置温度传感器

- 1) 根据所选的温度传感器，以及所选参考电阻  $R_S$  的不同，需要进行不同的软件设置。
- 2) 设置举例（该软件设置对应前一小节的连线方式）。

温度传感器	测量范围	软件设置		
		传感器类型	基准电阻	参考电阻
NTC10k	-40~100	NTC	10k	11k
NTC10k	20~150	NTC	10k	1k
PT10000	-50~190	PT	10k	11k
PT1000	-50~190	PT	1k	1k

- 3) 设置方法。
  - ✓ “EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置 > 传感器类型”，设置所选温传感器的类型。
  - ✓ “EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置 > 传感器基准电阻”，

设置所选温度传感器的基准电阻。

- ✓ “EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置 > 传感器参考电阻”，设置所选的参考电阻。



- 设置完成后，请对修改过的设置进行保存。
- EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置	EasyUI > TC1 Menu > Temp Sensor Menu
>传感器类型	>Temp Sensor
>传感器基准电阻	>R0
>传感器参考电阻	>RS

## 8.6 设置 NTC 热敏电阻公式系数

- 如果使用的传感器是 NTC 热敏电阻，那么除了设置“传感器类型”为 NTC 热敏电阻外，还需要设置所选的计算公式和对应的公式系数。
- 温控器通过测量热敏电阻的阻值来计算目标温度。温度和阻值之间的对应关系的计算公式见文档：“应用笔记 2：NTC 热敏电阻”。
- NTC 热敏电阻的计算公式有两种：设置简单方便的指数方程，或者高精度的 Steinhart-Hart 方程。通常使用指数方程，但是对于在较大温度范围内均要求有较高精度的应用，建议客户使用 Steinhart-Hart 方程。
- 在“EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置 > NTC 热敏电阻计算公式”，设置所选的计算公式：指数方程或 S&H（Steinhart-Hart）方程。



- 如果选择了指数计算公式，则需要在“EasyHost > 第 1 通道温控 > 传

“传感器设置”目录里设置指数公式所需的参数：指数方程中的  $\beta$  值。

NTC热敏电阻指数公式系数	3950		增大	减小	保存	第1通道温控
---------------	------	--	----	----	----	--------

- 6) 如果选择了 Steinhart-Hart 方程，则需要在“EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置”目录里设置该方程的 3 个系数。关于 Steinhart-Hart 方程三个系数值的来源请参见本司技术文档“应用笔记 4：NTC 热敏电阻的 Steinhart-Hart 方程系数”。

NTC热敏电阻S&H方程系数1	1.18	E-3	增大	减小	保存	第1通道温控
NTC热敏电阻S&H方程系数2	2.2609	E-4	增大	减小	保存	第1通道温控
NTC热敏电阻S&H方程系数3	11.8951	E-8	增大	减小	保存	第1通道温控

- 6) 设置完成后，请对修改过的设置进行保存。  
7) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置	EasyUI > TC1 Menu > Temp Sensor Menu
>NTC 热敏电阻计算公式	>NTC Cal
>NTC 热敏电阻指数公式系数	>NTC Beta
>NTC 热敏电阻 S&H 方程系数 1	>NTC C1
>NTC 热敏电阻 S&H 方程系数 2	>NTC C2
>NTC 热敏电阻 S&H 方程系数 3	>NTC C3

## 8.7 设置 PT 铂电阻公式系数

- 关于 PT 铂电阻计算公式的介绍请参考文档：“应用笔记 3：PT 铂电阻”。
- 温度在 -50 摄氏度以上时，忽略 C3 造成的误差小于 0.02 度，为了简化，我们的温控器中忽略了 C3。
- 如果使用的传感器是 PT 铂电阻，那么除了设置“传感器类型”为 PT 铂电阻外，还需要设置 2 个电阻系数。

PT电阻系数1	3.9083	E-3	增大	减小	保存	第1通道温控
PT电阻系数2	-5.775	E-7	增大	减小	保存	第1通道温控

- 4) 设置完成后，请对修改过的设置进行保存。
- 5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置	EasyUI > TC1 Menu > Temp Sensor Menu
>PT 电阻系数 1	>PT C1
>PT 电阻系数 2	>PT C2

## 8.8 设置温度偏差校正

- 1) 温度系统，温度探测器在制造时都有可能存在偏差，因此测量的温度值也可能存在一个偏差。
- 2) 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 传感器设置 > 传感器误差校正”设置可部分校正该偏差。温度的测量结果会加上校正值。

参数名称	参数值	单位	增大	减小	保存	模块
传感器类型	NTC热敏电阻		增大	减小	保存	第1通道温控
▶ 传感器误差校正	0				保存	第1通道温控
温度检测放大器					保存	第1通道温控
温度差分放大范围1			增大	减小	保存	第1通道温控

- 3) 由于线性度的原因，不能保证在某点校正的结果能够适应整个温度范围。
- 4) 设置完成后，请对修改过的设置进行保存。
- 5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 传感器设置 > 传感器误差校正	TC1 Menu > Temp Sensor Menu > Sensor Offset

## 9 温控系统中的 PID 参数

### 9.1 PID 公式

PID 的计算式，如下：

$$V_{out} = V_{IN} * PID$$

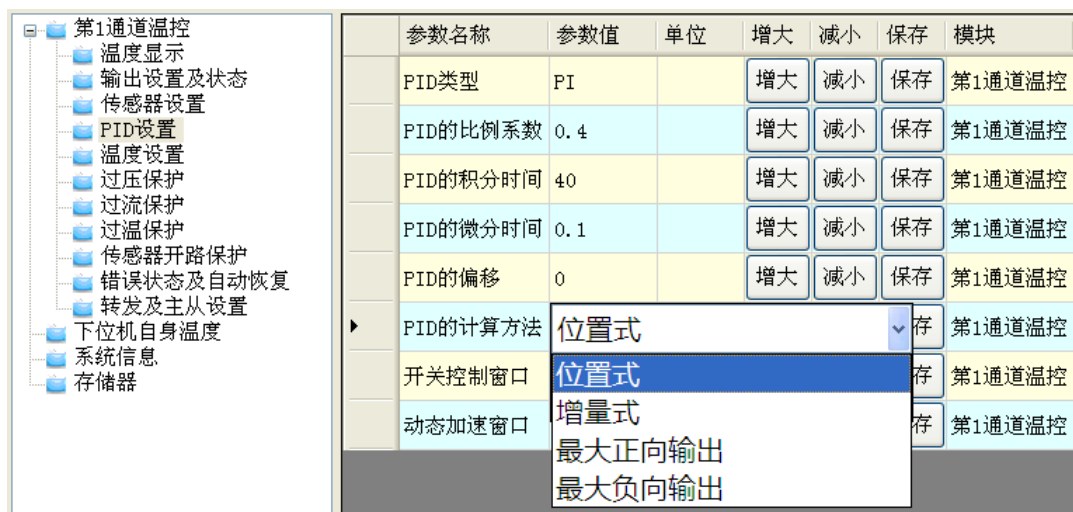
即温控器的输出电压等于温控器的电源电压乘以 PID 的计算结果。因此，当电源电压改变时，温控的效果也会改变。

### 9.2 PID 类型选择

- 1) PID 类型可选 P、PI 和 PID。
- 2) 正常温控一般建议选择 PI 或者 PID。
- 3) PI 控制时，初始阶段会出现过冲和多次振荡，如果希望减小过冲，减少振荡，可以选择 PID 方式。如果 PID 控制时，无法设置合适的 PID 参数，建议采用温控器的“自动整定”功能来整定参数。

### 9.3 PID 算法选择

- 1) PID 算法可选位置式和增量式；一般选择位置式即可。
- 2) 恒定温度，离环境温度不远，更注重静态稳定性的，建议位置式；温度曲线功能，温度很高或很低的，更注重动态性能的，建议增量式。
- 3) 位置式适合大多数情况。但是其在开关窗口处电压不连续，在某些系统（比如大滞后系统，或者系统特性刚好导致热容量太小所以温度对于温控功率非常敏感，或者由于工作温度离环境温度太远导致环境热交换过分参与时）中可能导致开关窗口处温度震荡。解决方法 1：改选为增量式；解决方法 2：或者仍然用位置式，但是将开关窗口增大到震荡消失为止（可能会降低初始温控速度）。
- 4) 自动整定的 pid 系数在增量式时，可能会震荡，此时建议减弱 PID。
- 5) 在“EasyHost > 第 1 通道温控 > PID 设置 > PID 的计算方法”选择算法。



- 6) 提供最大正向输出和最大负向输出功能，供高级用户测试自己温控目标的热特性。但是测试时，请**人工确保**温控目标温度在其安全范围之内。
- 7) 为了安全，在使用 EasyUI/UIM 时，如果温控器有功率输出时，无法改变该值；使用 EasyHost，或者直接串口命令，温控器有输出时，可以修改该值。
- 8) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > PID 设置 > PID 的计算方法	TC1 Menu > PID Menu > PID Cal

## 9.4 PID 参数设置

- 1) PID 总体效果：
  - ✓ 增强 PID（增大比例系数，减小积分时间，减小微分时间）时，响应变快，振荡变大；
  - ✓ 减弱 PID（减小比例系数，增大积分时间，增大微分时间）时，响应变慢，振荡变小。
- 2) 比例系数增大，系统响应加快，静差减小，但系统振荡增强，稳定性变坏；一般来说，温控系统的隔热保温特性越好，P 取值越小，反之保温特性越差，P 应取越大

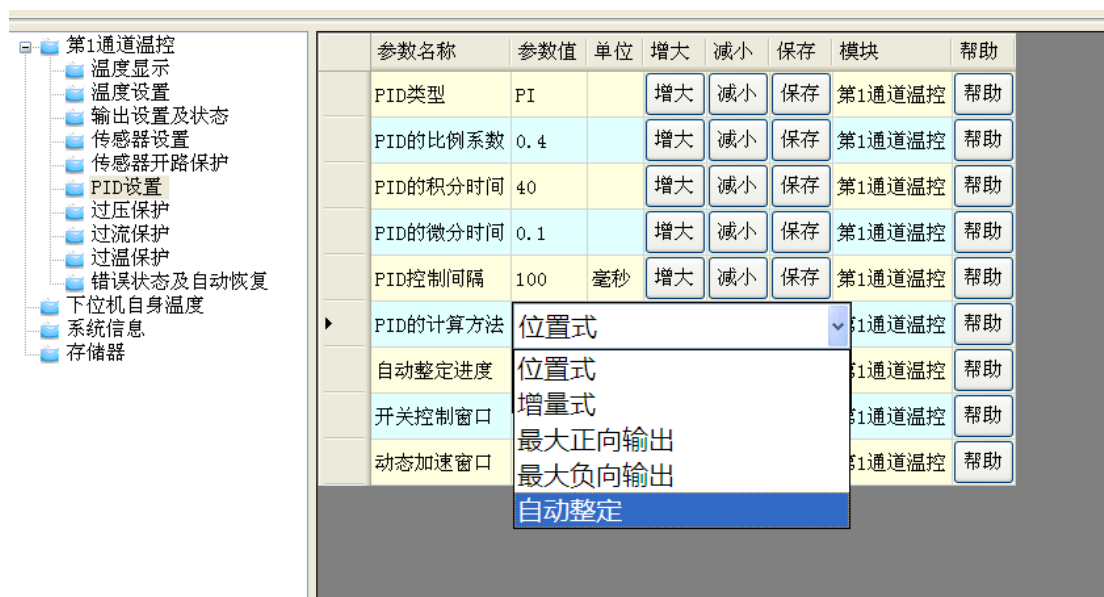
- 3) 积分时间增大，系统超调减小，振荡减弱，但系统静差的消除也随之减慢；积分时间和温控系统的滞后有关，如果温控目标的热容很大，或者热传递很慢，导致温控的滞后很严重，则积分时间应该增大。
- 4) 微分时间增大，过冲减小，系统振荡减弱，但系统对噪声会更加敏感。对 PI 调节的过冲和初始振荡不满意的，可以增加微分环节来改善。
- 5) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > PID 设置 > PID 的比例系数	TC1 Menu > PID Menu > Param P
第 1 通道温控 > PID 设置 > PID 的积分时间	TC1 Menu > PID Menu > Param Ti
第 1 通道温控 > PID 设置 > PID 的微分时间	TC1 Menu > PID Menu > Param Td

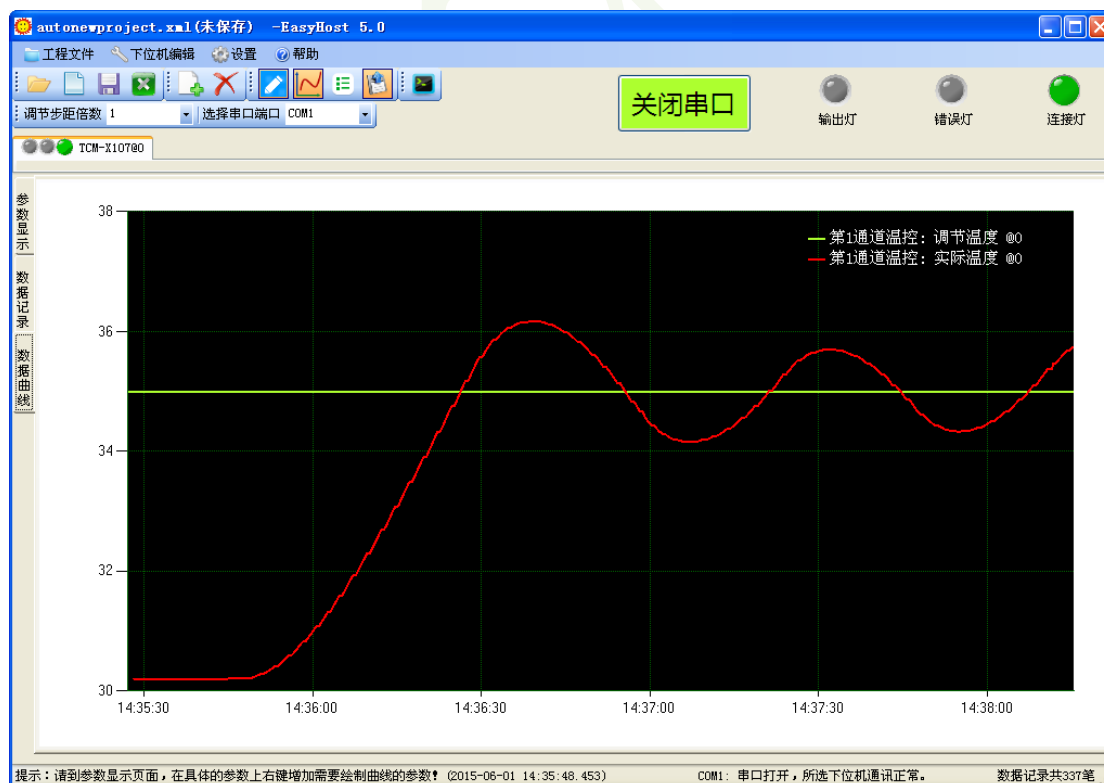
## 9.5 PID 参数的自动整定

- 1) “自动整定”功能是用来测量目前实际系统的优化 PID 参数的，不是用来温控的；正常温控时不要使用“自动整定”。一般情况下是，针对 1 个新温控系统采用“自动整定”获取优化的 PID 参数，然后用这套 PID 参数使用“位置式”进行温控。
- 2) 当温控器的其它参数都设置的差不多了，只是因为 PID 参数不够理想时，才建议使用自动整定。开始“自动整定”之前，需要先完成以下的准备工作，否则整定出来的 PID 参数可能会不正确：
  - ✓ 确定电源电压
  - ✓ 设置“最大输出电压”
  - ✓ 设置“输出模式”
  - ✓ 设置传感器
  - ✓ 设置过压保护和过流保护
  - ✓ 连接实际温控系统的温度传感器和 TEC。
- 3) “自动整定”功能：先确保温控输出关闭，再将 PID 的计算方法选择“自动整定”，然后**打开温控器输出**，此时温控器不控温，而是以正向或负向最大输出电压输出功率，让实际温度反复跨越调节温度形成振荡以

便测量温控系统的温度特性，然后自动计算出合适的 4 个 PID 参数：**比例系数，积分时间，微分时间，控制间隔。**



4) “自动整定”过程中，目标温度会振荡，如下图所示，因此如果温控目标对温度极其敏感，容易损坏，请不要使用自动整定功能。



5) “自动整定”完成后，温控器会自动关闭输出，并把 PID 参数自动设置成整定计算出的优化值，用户可以对整定的 PID 参数进行测试，如果满意，请保存这些参数，不然下次开机这些参数又会恢复到默认值。



- 6) “自动整定”是针对用户调节温度点测试的，因此结果是以该温度点优化的，对其它温度点的效果可能不理想。
- 7) “自动整定”是针对 PID 方式整定的，整定结果使用 PID 方式最佳；但用户也可以对整定的参数用 PI 或者 PID 类型做个比较，根据结果选择 PID 类型。
- 8) “自动整定”的结果不满意，或者不正确，请用户手动微调或整定。如果觉得响应速度慢，或者温度长时间和设定值之间有微小差距，可以微调：比例系数在整定结果的 1~2 倍之间调整，积分时间在 0.5~1 倍之间调整；如果过冲较大或振荡长时间不减小，可以微调：比例系数在整定结果的 0.5~1 倍之间调整，积分时间在 1~2 倍之间调整；微分时间和控制间隔一般不要变动（如果电源电压大于 12V，且温控物体很小，则控制间隔设置成不小于 100ms 的值）。
- 9) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > PID 设置 > 比例系数	TC1 Menu > PID Menu > Param P
第 1 通道温控 > PID 设置 > 积分时间	TC1 Menu > PID Menu > Param Ti
第 1 通道温控 > PID 设置 > 微分时间	TC1 Menu > PID Menu > Param Td
第 1 通道温控 > PID 设置 > 控制间隔	TC1 Menu > PID Menu > Interval

## 9.6 开关控制和加速

- 10) “EasyHost > 第 1 通道温控 > PID 设置 > 开关控制窗口”，当温差大于该值时，温控器将以最大输出电压满输出；PID 计算方法选择“位置式”时，开关控制窗口通常使用默认值。
- 11) 一般情况下，开关窗口设置为 4 度即可满足大部分情况；但是当物体很小热容很小的，或者热容很大滞后很大的，可能会造成震荡，可以把开关窗口增大，设置为温控器震荡的峰值，即自动整定时温度曲线里波峰+波谷的总幅值。

▶	开关控制窗口	4	℃	增大	减小	保存	第1通道温控
	动态加速窗口	1	℃	增大	减小	保存	第1通道温控

12) “EasyHost > 第 1 通道温控 > PID 设置 > 动态加速窗口” 对应 1 个加速窗口，通常使用默认值。

- ✓ 在位置式中，采用变速积分，当温差小于该值积分全速运行，当温差大于开关控制窗口时，积分为 0。加大该值，可使温控加快，但是可能会导致超调增大。
- ✓ 在增量式中，当温差大于加速窗口时，将进行比例加速，加快温控。减小该值，将会导致温控加快，但是可能超调增大。
- ✓ 一般情况下，加速窗口应该小于开关窗口。因为大于开关窗口时，温控器全速运行，积分微分被强制为 0。

13) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > PID 设置 > 开关控制窗口	TC1 Menu > PID Menu > PID Window
第 1 通道温控 > PID 设置 > 动态加速窗口	TC1 Menu > PID Menu > PID Acc Window

## 10 远程接口

温控器具备 1 个远程接口。温控器随机附带 1 个已经做好接头的远程线。

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出（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-。

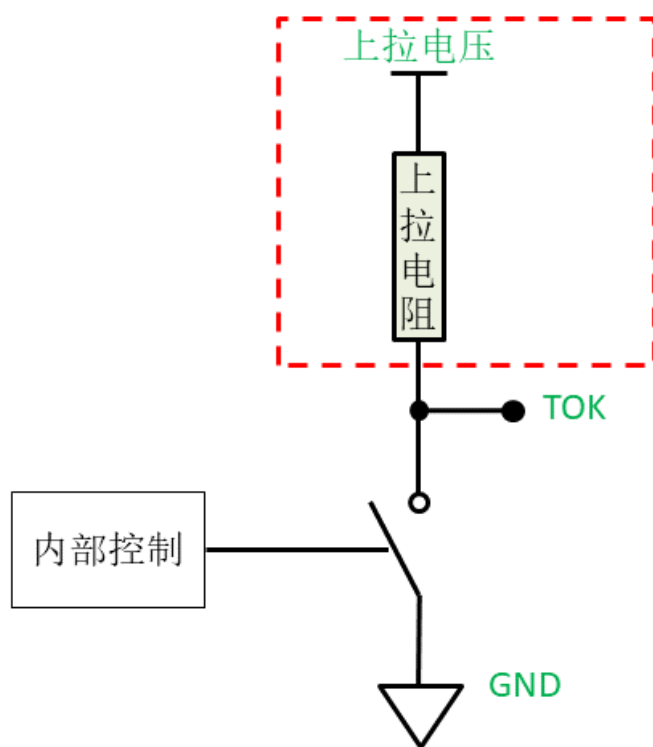
具体管脚定义见附录，或者见各自产品上的标签。

### 10.1 远程 SW 输入

- 4) 按键开关通过 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。
- 5) 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。
- 6) E 系列中，SW 如果和 5V 短接，相当于开机即打开温控输出。

## 10.2 TOK 输出

- 1) 温控器包含 1 个 TOK 输出, 输出电平和温控对象过温保护结果相关。
- 2) 新版温控的 TOK 输出为开漏输出, 且输出极性可以设置。
- 3) 开漏输出基本结构: 如下图所示, 温控内部有 1 个由三极管实现的开关, 开关一头连接 TOK, 另外一头连接地 (GND), 温控模块内部主控可以控制开关的断开和闭合。



- 4) 开漏输出方式: 当需要 TOK 输出低时, 开关闭合, TOK 和地短路, TOK 输出低电压; 当需要 TOK 输出高时, 开关断开, TOK 和地之间电阻变成非常大, 此时如有 1 个上拉电阻连接 TOK 到某个上拉电压, 那么 TOK 输出电压接近上拉电压。
- 5) 红色虚线框代表温控模块默认没有这一部分, 用户可以在温控模块外部灵活选择上拉电压和电阻。但是要注意, 三极管实现的开漏开关承受电流电压能力也是有极限的 (即上拉电压和上拉电阻的选取范围也是有限的), 具体见模块的数据手册。

- 6) 旧版本温控器的 TOK 输出是推挽输出，最高输出电压是 3.3V，且不能直接接到更高电平。在某些工业应用中，可能需要开漏输出，此时需要使用三极管作为转接。使用 NPN 三极管，三极管的基极 B 接 TOK，发射极 E 接地，集电极 C 为新的输出口。集电极输出即为开漏输出，用户可以在这里根据需要接入上拉电阻，然后上拉电阻接到需要的电压。注意：三极管的输出电平逻辑和原 TOK 相反。

### 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。

- 7) 如果 LED-和外部电压组合驱动 LED 时，要避免烧坏 LED-的输出限流电阻。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 温控器的高级功能

## 11.1 电源电压监测

- 1) 温控器会监视电源电压，如果该电压超出了额定范围，会关闭温控器输出，并显示错误信息。
- 2) 注意：该功能会减少对温控执行元件的伤害，但并不能防止电源过压对温控器的伤害；因此，请不要使用超过额定电压范围的电源供电。

## 11.2 温控对象过温保护

- 1) 本产品可以设置对温控对象的温度保护，当温控对象的实际温度超出了设定的安全温度范围时，会触发过温保护。
- 2) 触发过温保护后，温控器会出现错误提示信息，LED ERR 指示灯闪烁，同时远程接口中的 TOK 会置低为 0。
- 3) 过温保护应用举例：假设环境温度 5 至 35 度，而用户的部件只允许 25 度正负 5 度以内上电运行，因此选择了温控。过温保护设置为低阈值 20 度，高阈值 30 度；TOK 信号当温度在 20 度至 30 度之间时，会输出高电平，否则输出低电平；用户可以使用该信号作为自己部件启动的信号。
- 4) 通过“EasyHost > 第 1 通道温控 > 过温保护”目录设置过温保护。

参数名	参数值	单位	增大	减小	保存	模块	帮助
过温保护开关	已打开		增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
过温保护模式	位置		增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
过温保护低阈值	15	°C	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
过温保护高阈值	30	°C	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
过温保护结果	错误		增大	减小	保存	第1通道温控	帮助
过温保护滞回值	1	°C	增大	减小	保存	第1通道温控	帮助

- 5) “过温保护模式”是指过温区间的设置方式。

保护模式	OTP Mode	含义
位置	Position	低温保护值=低阈值

		高温保护值=高阈值
间距	Range	低温保护值=调节温度-低阈值 高温保护值=调节温度+高阈值
低位高距	LP & HR	低温保护值=低阈值 高温保护值=调节温度+高阈值
低距高位	LR & HP	低温保护值=调节温度-低阈值 高温保护值=高阈值

- 6) “EasyHost > 第 1 通道温控 > 过温保护 > 过温保护滞回值”可设置保护滞回值，即处于过温状态时，安全温度范围两端内缩，防止频繁报错，也可提高安全性。比如，如上图所示的设置，当温度从 25 度上升到 30 度以上时，开始处于过温状态；此时只有下降到 29 度以下，才能再次处于非过温状态。
- 7) 设置可保存。
- 8) EasyHost 和 EasyUI 菜单中英文对照。

EasyHost	EasyUI、UIM
第 1 通道温控 > 过温保护 > 过温保护开关	TC1 Menu > OTE Flag > OTP
第 1 通道温控 > 过温保护 > 过温保护模式	TC1 Menu > OTE Flag > OTP Mode
第 1 通道温控 > 过温保护 > 过温保护低阈值	TC1 Menu > OTE Flag > OTP LT
第 1 通道温控 > 过温保护 > 过温保护高阈值	TC1 Menu > OTE Flag > OTP HT
第 1 通道温控 > 过温保护 > 过温保护滞回值	TC1 Menu > OTE Flag > OTP Hys

### 11.3 输出自动恢复

- 1) 输出自动恢复：当出现过压、过流或温控器本身危险温度状态后，温控器进入保护状态，温控器的输出关闭；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，温控器恢复功率输出；如果没有使能自动恢复功能，则不恢复输出。
- 2) 自动恢复只有在温控器输出开关打开时，才会执行。
- 3) “EasyHost > 第 1 通道温控 > 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：温控器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。当温控器关闭后，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。温控器每自动恢复一次，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) 温控器在执行自动恢复时，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。
- 4) 该功能可以用在环境比较恶劣的地方，以便温控器能够自动恢复输出；也可以用来提供一种安全冗余，使得温控器可以长时间持续运行。
- 5) 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	TC1 Menu > AR Count > AR
> 最大自动恢复次数	TC1 Menu > AR Count > AR Max
> 自动恢复延迟	TC1 Menu > AR Count > AR Delay
> 已自动恢复次数	TC1 Menu > AR Count

## 11.4 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温控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温控器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	TC1 Menu > AR Count > Error Mask

## 11.5 系统信息

- 1) “EasyHost > 系统信息”可以观测到系统的通用信息。
- 2) EasyUI 和 UIM 中，则是 SYSTEM Menu 目录。

## 11.6 一个串口控制多个独立温控器

- 1) 某些时候，实际项目可能需要 1 个串口来控制多个温控器。
- 2) 我们的温控器内部有地址校验机制，支持 1 个串口控制多个温控器。
- 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”。

业贤科技

## 12 提高温控系统的性能

阅读本章之前,用户可以先阅读单独的文档“关于温控性能指标的解释.pdf”。

### 12.1 提高稳定性

- 1) 稳定性是指实际温度对调节温度的追踪性能,是温度读数的波动。
- 2)  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的稳定性要求是比较容易达到的,通常情况下,正确设置 PID 参数即可。
- 3) 如果要达到 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 的稳定性,我们有如下的建议:
  - ✓ 正确设置 PID 参数;建议通过自动整定功能来帮助设定优化的 PID 参数;但是如果温控的温度范围很宽,则很难保证同一个 PID 参数在每个温度点都能获得很好效果。尤其是制冷和加热两种情况,其对 PID 参数的需求是有差距的(这是由 TEC 的特性决定的),建议根据主要的工作温度区间优化。
  - ✓ 温控目标处在一个隔温保护的环境中,不要有外界的额外热量干扰,如不允许有风吹过温控目标;隔温材料尽量不要是金属;TEC 热面的散热器的热量最好不能直接辐射到温控目标。尤其是温度偏离环境温度较多时,环境的些许变化都将造成剧烈波动,隔温措施就显得更加重要。
  - ✓ 当目标调节温度低于环境温度时,注意防止结露。
  - ✓ 温控目标的内热不能变化过于剧烈;内热变化剧烈的物体就不可能得到很高的温控稳定性;
  - ✓ 商品级的开关电源纹波对稳定性没有影响,但是电压的低频波动会对稳定性产生影响,因此请选用质量较好的开关电源;
  - ✓ 电源电压尽量接近输出电压,可增大控制电压分辨率。比如 TEC 最大电压为 3V 时,请选择 5V 电源电压,而不要选择 24V 电源电压。
  - ✓ 如果电源电压大于 12V,且温控物体很小,则 PID 参数里的“控制间隔”设置成不小于 100ms 的值。
  - ✓ 具有干扰特性的物体请不要放在温控器附近,比如手机、音箱等;

- ✓ 温度探测器线不要经过大电压、大电流、信号急剧变化等其它干扰源附近；当温度探测器线很长时，建议使用双绞线；必要时，可以测试屏蔽线的效果，根据实验效果来决定外层屏蔽线接入 GND 还是 COM。
  - ✓ 温度探测器，如本司的热敏电阻和温控目标之间的接触要好，不能被机械振动干扰；
  - ✓ 实际温控目标和温控执行元件 TEC 尽量接近，温度探测器和 TEC 尽量接近；
  - ✓ 采用分辨率高、灵敏度高的温度探测器，比如我司采用 NTC 10k 热敏电阻；
  - ✓ 采取上述措施后，我司的温控器可以较为容易的达到  $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$  的稳定性。
- 4) 注意：本小节所指的是稳定性，并非精度和线性度。

## 12.2 提高精度

- 1) 准确度（绝对精度）：温度测量结果和真实温度值之间的误差。
  - ✓ 短期绝对稳定性 = 温控器温漂 + 相对稳定性
  - ✓ 长期绝对稳定性 = 温控器老化 + 传感器老化 + 短期绝对稳定性
  - ✓ 长期绝对精度 = 温控器初始精度 + 传感器初始精度 + 长期绝对稳定性
- 2) 减小传感器精度的影响。购买高精度的传感器（比如购买 0.1% 精度，或者 0.1 度精度的热敏电阻，或者高等级的 PT 铂电阻）。
- 3) 在某些严格应用中，甚至可以对购买到的传感器进行标定。
- 4) 减小计算公式带来的误差。如果可以得到 S&H 公式的系数，建议热敏电阻采用 S&H 公式计算。
- 5) 减小传感器的老化带来的误差，选择年漂移小的传感器。
- 6) 温控器本身具有老化漂移，较低的工作温度可以获得更小的温控器老化漂移。因此，保证温控模块本身的正常散热，不要工作在高温环境。

- 7) 选择合适的参考电阻，可以尽量获得较高的准确度。比如使用 NTC10k 传感器时，如果测量范围以 25 度为中心，则选择 11k 串联电阻；如果测量范围以 100 度为中心时，可以选择 1k 的串联电阻。这样操作可提高分辨率和准确度。
- 8) 关于温控器本身的精度、温度漂移和老化漂移特性，见各自的数据手册。
- 9) 在很多应用中，温度传感器的测温点和实际需要被控温的物体总有些许的距离。这种情况下，如果想减小误差，建议距离尽量小，两者之间热阻尽量小；如果想保持误差尽量恒定，则建议被温控物体外面整体做好隔热措施。

### 12.3 提高可靠性

当温控器被集成在系统中时，我们希望温控器能够长时间稳定工作，在出现意外或故障时，能够自我保护和正确自动恢复工作。

- 1) 开关。按键开关 F5 处于打开位置（或者 SW 输入处于高电平）时，温控器上电后会自动打开输出。
- 2) 自动恢复。打开自动恢复开关，并将自动恢复次数设置成 255，则温控器将在出现意外关闭时，自动恢复输出。
- 3) 存储器内容保护。长期运行时，打开存储器内容保护，可以提高可靠性。

## 13 保养、维修、免责声明

- 1) 如果温控器工作不正常，无法查出错误时，请联系厂家。不得自行拆卸保护盖，拆卸后的产品不在保修范围内。
- 2) 温控器不防水。因此，请不要把它放在任何液体中，也不要放在结露环境中。
- 3) 本产品带防护外壳，可努力保护产品不受伤害；但仍请客户爱惜使用本产品。
- 4) 本产品提供一年（12个月）保修。在保修期内，如果产品确实需要保修，厂家提供维修或更换服务。
- 5) 为了实现保修，用户必须把本产品寄回厂家，用户负责寄给厂家的运费；如果产品确实需要保修，厂家保修后会把它寄回给用户，由厂家负责寄回给用户的运费；如果产品并不属于保修范围内，则用户负责产品寄回给用户的运费。
- 6) 本产品额外提供的辅助软件是免费提供给用户使用的，其目的是帮助用户尽快熟悉本产品的使用。厂家不承担用户使用这些辅助软件带来的任何后果。
- 7) 请用户合理评估使用本产品，因使用本产品而造成的结果，厂家不承担任何责任。

## 14 附录

### 14.1 温控器 TCM-X107 的建议设置

TEC 型号	12706	12706	12706	12710	12710
TEC 数量	1	2	4	1	2
TEC 的连接方法	直连	2 个串联	分成两组 每组两个 组内串联 组间并联	直连	2 个串联
温控器电源电压 (V)	12~24	24	24	12~24	24
最大输出电压设置 (V)	10.5	21	17.5	10.5	20
过压保护阈值设置 (V)	11.5	22	19	11.5	21
过流保护阈值设置 (A)	5~7	5~7	8~10	8~10	8~10
预计输出功率 (W)	44	88	122	73	140

注 1：该表建议均为温控器处于极限工作情况，此时建议给温控器增加额外的散热措施，比如散热片或者风扇。

注 2：该表的设置目标为：发挥 TEC 和温控器的最大输出能力。实际使用中，如果实际所需的温控功率小于表中所列的功率，则可以降低温控器的最大输出电压，从而可降低温控器供电电源的功率要求，降低成本，减少废热。



## 14.2 温控器 TCM-M115 的建议设置

TEC 型号	12706	12706	12706	12710	12710	12710
TEC 数量	1	2	4	1	2	4
TEC 的连接方法	直连	2 个串联	分成两组 每组两个 组内串联 组间并联	直连	2 个串联	分成两组 每组两个 组内串联 组间并联
温控器电源电压 (V)	12~24	24	24	12~24	24	24
最大输出电压设置 (V)	10.5	20	20	10.5	20	20
过压保护阈值设置 (V)	11.5	22	22	11.5	21	21
过流保护阈值设置 (A)	5	5	11	8	8	15
预计输出功率 (W)	44	78	156	73	140	280

注 1: 该表建议均为温控器处于极限工作情况, 此时建议给温控器增加额外的散热措施, 比如散热片或者风扇。

注 2: 该表的设置目标为: 发挥 TEC 和温控器的最大输出能力。实际使用中, 如果实际所需的温控功率小于表中所列的功率, 则可以降低温控器的最大输出电压, 从而可降低温控器供电电源的功率要求, 降低成本, 减少废热。

## 14.3 温度传感器接口安全输入范围

接口端子: 3 针 2510		参数	单位
脚 1: 1k	输入电压范围	0~3	V
	输入电流范围	1	mA
脚 2: COM	输入电压范围	0	V
	输入电流范围	0	mA
脚 3: 11k	输入电压范围	0~3	V
	输入电流范围	1	mA

注意: 传感器接口是用来连接温度传感器的, 不是用来接入电压源和电

流源；该范围说明只是为了说明安全范围。请勿直接把脚 2:COM 和 GND 相连，因为这样会引入噪声，造成测量误差。

## 14.4 默认的 PID 参数

参数	名称	默认值	单位
P	比例系数	0.4	
Ti	积分时间	40	
Td	微分时间	0.1	
Interval	PID 控制间隔	100	毫秒
PIC Cal	PID 公式	位置式	
PID Window	开关控制窗口	200	
PID Acc Window	加速窗口	1	

## 14.5 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

## 14.6 功率接口端子允许电流

	功率端子型号	额定电流（注 1）	建议长期运行电流	单位
TCM-X107	KF762	<20	<12	A
TCM-M115	KF762	<20	<12	A
TCM-M207	KF762	<20	<12	A

TCM-E115	KF762	<20	<12	A
----------	-------	-----	-----	---

注 1：端子温度上升 45 度的电流。

## 15 版本历史

- 1) 2012-8-29, v1.0, 完成基本介绍。
- 2) 2012-9-28, v1.0.1, 目录“首次使用”更改成“首次使用前的严重注意事项”。自动恢复功能的说明进行了补充, 阐述了如何实现软件控制温控器开关。
- 3) 2012-9-30, v1.0.2, 增加配套上位机软件说明。
- 4) 2012-10-1, v1.0.3, 增加提高系统温控稳定性的措施。
- 5) 2012-10-15, v1.0.4, 修改了 SW LED 灯的含义描述, 增加了 SW 闪烁的含义; 修改了 Switch 和 OE 的关系, 用户只能通过控制 Switch 的状态来控制温控器的输出, OE 变成只读, 用来指示输出状态; TC 子模块增加了错误日志 Error log 和错误屏蔽码 Error Mask 属性参数, 对应的修改了自恢复功能的说明; 增加了 UIM 和 EasyUI 的详细说明。
- 6) 2012-10-16, v1.0.5, 菜单系统修改为多级, 减少用户调节量; 增加了 Ramp Speed 参数。远程接口的 Enable 改成 Remote SW。增加了默认串联电阻的性能参数。
- 7) 2012-10-18, v1.0.6, 修改部分描述错误, 性能参数里增加了接口端子类型。
- 8) 2012-10-26, v1.0.7, 增加了一章关于温度传感器的选择介绍, 包括其温度范围和对应的分辨率。
- 9) 2012-11-4, v1.0.8, 增加了组合键的操作说明, 可用于设定系统的起始显示菜单。
- 10) 2012-12-1, v1.0.9, 对应硬件版本 v3.0 进行修改。修改过流和过压保护阈值为软件调节; 增加了错误列表菜单介绍; 增加了系统菜单的详细介绍; 修改 LED 含义说明; 扩展了温度传感器一章。

- 11) 2012-12-10, v1.1.0, 增加双串口支持说明。
- 12) 2012-12-11, v1.1.0.1, 取消键改名为退出键, Cancel 键改名为 Exit 键。
- 13) 2012-12-16, v1.1.0.2, 增加了多温控器协调工作章节。
- 14) 2012-12-25, v1.1.0.3, 对应软件版本 v3.7.8; 增加了错误状态; 重新定义了 Error Log 和 Error Mask。
- 15) 2013-4-30, v1.2, 针对 TCM-X107 V4.0 进行了修改, 电源电压直接覆盖 5~24V。
- 16) 2013-5-8, v1.2.1, 修改了内存设置说明; 增加了过温保护的滞回说明。
- 17) 2013-5-16, v1.2.2, 增加了内存保存时返回信息的说明。修改输出电压设置方式, 由 MaxVRatio 变成 MaxV。
- 18) 2013-6-15, v1.2.3, 增加了错误信息和提示信息含义的说明。
- 19) 2013-6-24, v1.2.4, 增加了软件 EasyHost。
- 20) 2013-6-25, v1.2.5, 增加了温控器建议设置。
- 21) 2013-9-13, v1.2.6, 增加了 TCM-M115 的说明; 增加了温漂对测量精度影响的描述。
- 22) 2013-10-14, v1.2.7, 增加了电压、电流的图形说明。
- 23) 2013-10-16, v1.2.8, 修改了菜单分组及描述。
- 24) 2013-11-8, v1.2.9, 增加了电源选择说明, 增加了 PID 算法选择, 开关控制窗口和加速窗口开放给用户设定。
- 25) 2014-2-16, v1.3.0.2, 增加了 TCM-M125 的描述, 把 UIM 和软件介绍移到相关说明书, 精简本用户手册。
- 26) 2014-3-28, v1.3.0.3, 增加说明: 设定温度在输出关闭时会自动变为温控目标实际温度。
- 27) 2014-4-21, v1.3.0.5, 为了直观, 减小阅读困难, 使用说明以 EasyHost 软件为主, EasyUI 和 UIM 为辅。
- 28) 2014-4-21, v1.3.0.6, 增加了新版温控器的精度和温漂说明, 新版温控器由原来的 25PPM 电阻改进到 5PPM 温漂电阻。

- 29) 2014-6-6, v1.3.0.7, 增加了简单易懂的 PID 公式, 说明了输出电压和电源电压、PID 值之间的关系; 增加了两个 PID 参数调整实验。
- 30) 2014-6-10, v1.3.0.7, 增加了串口通讯设置参数。
- 31) 2014-6-30, v1.4.0, 增加了双通道温控器 M207 的描述。
- 32) 2014-7-28, v1.4.1, 为了安全, 取消温控器并联功能。存储写保护变更名称为存储内容保护。增加了提高可靠性的章节。
- 33) 2014-9-25, v1.4.2, 增加了“实际输出电压”和“实际输出电流”的极性描述。
- 34) 2014-11-16, v1.5.0, 增加了 E 系列 (TCM-E115) 的描述。
- 35) 2014-12-15, v1.5.0, 增加了串口控制的说明。
- 36) 2015-4-8, v1.5.0, 针对用户电源功率选择不对导致电源电压错误的情况进行了更加详细说明。
- 37) 2015-5-16, v1.5.1, 将温度性能单独成表。
- 38) 2015-5-27, v1.6, 根据增强的 TCM-X107 性能修改用户手册。
- 39) 2015-7-15, v1.6.2, 新版 TCM-M207 性能说明。
- 40) 2015-8-25, v1.6.3, 增加了设置汇总, 进一步增加了温控问题策略。
- 41) 2016-7-8, v1.6.5, 把大部分非通用的性能、尺寸等参数移到各自的数据手册中, 用户手册主要介绍使用方法和通用参数。
- 42) 2017-3-18, v1.6.8, 增加了新版远程接口的说明。
- 43) 2017-6-6, v1.7.0, 对传感器的设置进行了汇总。
- 44) 2019-6-26, v1.9, 完善了外部状态功能。
- 45) 2021-9-14, v2.0, 增加了开漏输出的详细说明。