

科学领航 · 技术结晶

中国科学院安徽光机所  
中美 合肥科晶材料技术有限公司  
合资 HEFEI KEJING MATERIALS TECHNOLOGY CO.,LTD.

## GSL系列 真空管式高温烧结炉



合肥科晶材料技术有限公司  
HEFEI KEJING MATERIALS TECHNOLOGY CO.,LTD.

电子邮箱: sales@kjmti.com

网址: www.kjmti.com

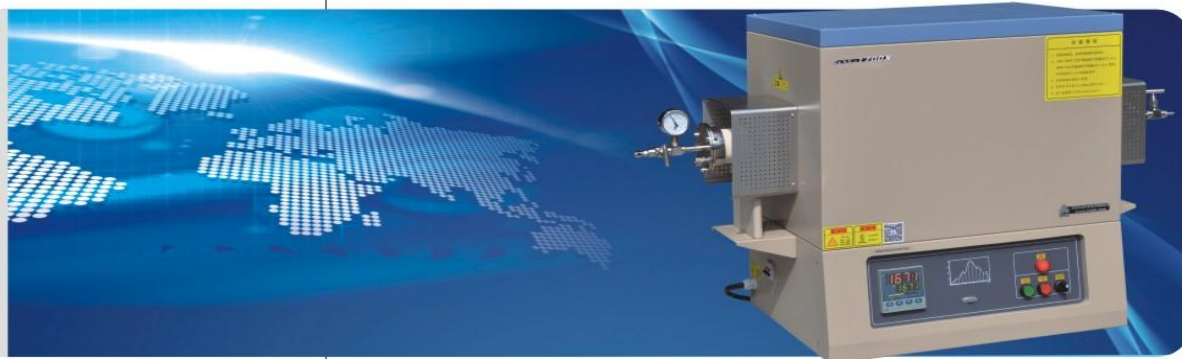
Tel: 0551-65592566、65593658、65593659

售后服务热线: 0551-65595008

Fax: 0551-65593657

地址: 合肥市蜀山区科学院路10号·合肥科晶材料技术有限公司

邮编: 230031



## 操作使用手册

请以实物为准, 最终解释权归公司所有

合肥科晶材料技术有限公司  
HEFEI KEJING MATERIALS TECHNOLOGY CO.,LTD.

## 前 言



尊敬的客户，真诚的感谢您成为科晶产品的用户，为了保证您能安全、高效的使用该设备，使用前请认真阅读以下操作说明。此说明书适用于单温区、多温区以及立式GSL系列管式炉、请根据所购产品型号对照阅读。

GSL系列管式炉具有以下特点：

- ◆ 30段智能控温调节仪，PID控制，控温精度 $\pm 1$ 度。
- ◆ 可设置温度上限报警，当温度超过上限时能自动切断主回路。
- ◆ 采用高纯氧化炉作为炉膛材料，保温隔热效果好，炉管为刚玉管。
- ◆ 可根据客户要求做成单温区、双温区、三温区。
- ◆ 采用KF法兰，密封性能好，真空度高。
- ◆ 带RS232接口，可与电脑进行通讯（选配）。



## 警 示

“危险”与“注意”的定义：

危险 由于没有按要求操作，可能造成设备严重损坏或人员伤亡的场合。

注意 由于没有按要求操作可能造成中等程度伤害或轻伤，或造成物质损失的场合。

**安装、使用前请仔细阅读本手册，如不认真阅读有关说明，违反安全规定，可能影响正常使用！**

### 1.1 安装



- 不要放在不平或有震动的产所，否则容易引发设备不稳而倾倒的危险。
- 不要把易燃、易爆物品放在炉体附近，否则有引发爆炸的危险
- 不要将螺钉、垫片等金属物掉进设备内部，否则有使设备发生短路或火灾的危险
- 不要放在容易溅上水的场所，水等进入产品本体的话，可能引起火灾，触电。



- 设备应安装在无导电尘埃、无破坏绝缘性能的气体或蒸汽的环境中。
- 放置地点应选择空气流通，无震动，无冲击、无高粉尘的场所。

### 1.2 配线



- 必须由具有专业资格的人员进行配线作业，否则有触电的危险
- 确认输入电源处于完全断开的情况下，才能进行配线作业，否则有触电危险
- 设备接入电源必须可靠接地，否则有触电的危险。
- 不要将螺钉、垫片等金属物掉进设备内部，否则有使设备发生短路或火灾的危险
- 设备电源必须接在相对应的空气开关上。

### 1.3 使用



- 在法兰安装时：为使炉管端面与外法兰内面的距离在5-10mm之间，安装时请确保密封圈2与炉管端面的距离即图中X的距离不能超过10mm，否则会造炉管的损坏。



- 高温炉管不建议正压使用，如果要使用正压压强绝不允许超过0.02Mpa，否则会造成石英管爆裂的危险。
- 使用前要放入管堵，管堵放置位置要贴近炉膛处。
- 1400-1600度之间升温速率不能超过5度/min，1600度以后升温速率不能超过2度/min，否则会损坏炉膛、加热元件和炉管。
- 不能在超过1400度高温下保持负压操作。
- 刚玉管不可抗急冷急热，使用时需等到炉膛内温度降至室温时方可打开炉盖，并且做到使用设备时炉管两边加上护套。
- 设备降温时请利用程序降温，设置降温程序，不建议直接“stop”进行降温，对于1800度的高温炉，由于内嵌氧化锆涂层，降温速度不得超过5度/min，否则会损害炉膛。设备温度在500度以上时请不要关掉设备电源，防止出项安全问题。
- 不得通氧化物、硫化物等易腐蚀的气体，否则容易损坏法兰，波纹管（选配）等不锈钢材质的配件。
- 我公司网站上（www.kjmti.com）带有此设备的操作视频，附设备安装视频链接[http://v.youku.com/v\\_show/id\\_XNDQyNjYzOTMy.html](http://v.youku.com/v_show/id_XNDQyNjYzOTMy.html) 附仪表操作视频链接[http://v.youku.com/v\\_show/id\\_XNDYyNjExNTQ0.html](http://v.youku.com/v_show/id_XNDYyNjExNTQ0.html)

注：上述操作失误而造成的损失不在本公司的保修范围内，公司售后维修会收取相应的费用。

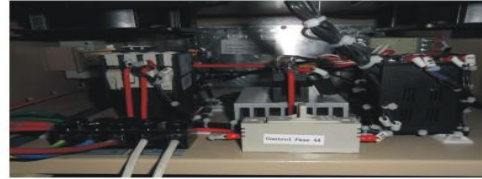
### 1.4 维护



- 维修或检查前必须断电。
  - 万一产品本体被损坏的话，请委托检验修理。产品本体被损坏继续使用的话，可能引起火灾，触电。
  - 必须由具有专业资格的人员才能更换零件，严禁将线头或金属物遗留在设备内，否则有引发爆炸和发生火灾的危险。
  - 更换仪表、或电路板后，必须在运行前进行参数调整和匹配，否则有损坏财物的危险。
  - 设备的控制电路部分要进行定期检查（半年检查一次），对线路进行紧固，若发现有线路有绝缘层脱落、接线脱落时应及时处理，否则会导致设备短路或发生火灾的危险。
- 检查方法：



取下后盖板



检查内部各接线处螺钉是否有松动，并拧紧

### 1.5 安全警告



危险

- 如果忽视下面列出部分的警告，有可能引起火灾或人员伤亡的情况。
- 在使用期间或使用结束一段时间内不要触摸炉体内部或外部表面，防止烫伤。
- 产品本体上，不要放置花瓶、盆景、杯子、化妆品、药品、金属物等。如果掉落，可能引起受伤。
- 不准损坏电源线，电源线破损的话，可能引起火灾、触电等事故。
- 禁止随意改动电源线或生硬弯曲、拧转、拉伸电源线。可能引起火灾，触电。
- 冒烟、异物或水等进入产品本体时，请切断电源开关。拔去插头，请委托检验修理。
- 严禁手湿的情况下，去插拔电源。可能触电。
- 产品本体周围一米内，不准放置易燃物。可能引起火灾。
- 切勿让儿童触摸本产品。外壳的温升可能导致灼伤。
- 禁止随意分解改造本体。可能会引起伤害、故障或火灾。
- 炉内温度变成常温后方可打开上盖。此时作品温度仍可能较高，请注意，或佩带手套等操作。

注意：

本设备不建议，不提倡使用，易燃、易爆、有毒有害气体。在使用石英玻璃炉管或氧化铝刚玉炉管时，炉管内的压力应控制在 $\leq 0.02\text{Mpa}$ 。严禁超压使用。如不采纳我公司的建议，在使用过程中，出现人生安全及设备的损坏，本公司概不负责。

### 1.6 保修原则

用户在遵守保管、使用、安装、运输规定的条件下，从我公司发货之日起，在12个月内因产品质量问题而发生损坏不能正常工作的，我公司为用户提供整机免费服务（人为损坏除外）。保修期满后，我公司将继续根据用户要求进行有偿终身维护。注意：刚玉管、密封圈以及加热元件属耗材，不在保修范围内。



# 目 录

一、 结构简介	1
二、 设备安装接线	2
三、 设备启动操作	5
四、 智能调节仪的介绍	6
五、 智能调节仪的显示切换	7
六、 智能调节仪的性能参数切换	8
七、 智能调节仪性能参数的说明	9
八、 控温程序的设定	10
九、 控温程序的运行	12
十、 控温程序的暂停	13
十一、 控温程序的停止	14
十二、 M5、P、t 控制参数的调节	15
十三、 加热元件的更换	16
十四、 真空管式高温炉温区分布图（仅供参考）	17
十五、 维护注意事项	18
十六、 常见故障及故障排除	19
十七、 可供选购产品	19
十八、 订货须知	19
十九、 真空管式高温炉规格型号	20

### 附录：

一、 双铂铑（铂铑10-铂）热电偶的常识	24
二、 单铂铑（铂铑10-铂）热电偶的常识	25
三、 硅碳棒简介	26
四、 硅钼棒简介	27



## 一、结构简介

SL系列真空管式高温烧结炉如图所示,集控制系统与炉膛为一体。炉衬使用真空成型高纯氧化铝聚轻材料,采用硅钼棒、硅碳棒为加热元件。刚玉管横穿于炉体中间作为炉膛,炉管两端用不锈钢法兰密封,工件式样在管中加热,加热元件与炉管平行,均匀地分布在炉管外,有效的保证了温场的均匀性。测温采用性能稳定,长寿命的“B”型或“S”型热电偶,以提高控温的精准性。它是专为高等院校、科研院所及工矿企业对金属、非金属及其它化和物材料在气氛或真空状态下进行烧结、融化、分析而研制的专用设备。炉体的控制面板配有智能温度调节仪,控制电源开关、主加热工作/停止按钮,配有电源和保险指示灯,电压、电流指示,以便随时观察本系统的工作状态。

单温区管式炉



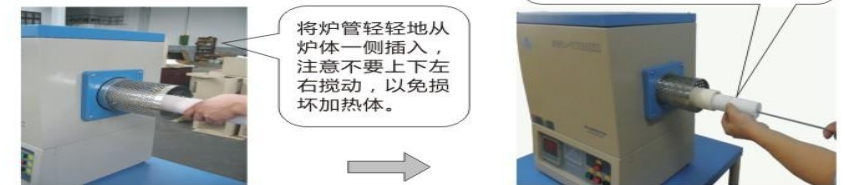
双温区管式炉



## 二、设备安装接线

1. 打开包装箱, 检查设备是否完好, 根据装箱单检查配套附件是否完整。
2. 查看炉体后面的标牌, 确认是哪款设备, 以及工作电压、功率大小, 如出现产品类型与所订购的有区别请及时与我们联系。
3. 设备放置地点应选择空气流通, 无震动, 无易燃、易爆气体或高粉尘的场所。
4. 安装炉管及绝热塞子

GSL系列炉管及绝热塞子的安装如图所示:



放入炉塞的位置图:





5. 安装法兰 (如需较高真空, 各步骤均需涂抹真空油脂)  
密封法兰的安装如图示:



1. 将内法兰套在炉管上, 炉管超出压盖一定长度



2. 将密封圈“1”套上



3. 套上“压环”



4. 套上密封圈“2”



8. 两侧安装步骤相同。



7. 分多次轮流拧紧三颗螺栓确保法兰不偏斜



6. 均匀的上好三颗内六角螺栓



5. 将外法兰装上



### 安装法兰时请注意:



为使炉管端面与外法兰内面的距离在5-10mm之间, 安装时请确保密封圈2与炉管端面的距离即图中X的距离不能超过10mm, 如果超过, 在安装外法兰时很容易损害炉管。

6. 请使用与所采购设备相匹配的工作电源电压, 加装与炉体工作电流相匹配的空气开关 (详见P18~19页“真空管式高温炉规格型号”中的额定电压和客户自配空气开关栏), 可靠连接地保护线, 切勿将高压引入, 以免引起仪表及控制线路的损坏, 不用时请关闭电源。



7. 将热电偶从炉体后固定座的小孔中插入炉膛, 并固定于固定座上, 按热电偶正负极性要求连接线 [ 红线接 (+), 黑线或绿线接 (-) ]。不可将热电偶正负极接反, 否则无法进行测温 and 自动控制。

8. 安装完毕应通电试机。



5. 安装法兰 (如需较高真空, 各步骤均需涂抹真空规脂)  
密封法兰的安装如图所示:



1. 将内法兰套在炉管上, 炉管超出压盖一定长度



2. 将密封圈“1”套上



3. 套上“压环”



4. 套上密封圈“2”



8. 两侧安装步骤相同。



7. 分多次轮流旋紧三颗螺栓确保法兰不偏斜



6. 均匀的上好三颗内六角螺栓



5. 将外法兰装上



### 安装法兰时请注意:



为使炉管端面与外法兰内面的距离在5-10mm之间, 安装时请确保密封圈2与炉管端面的距离即图中X的距离不能超过10mm, 如果超过, 在安装外法兰时很容易损害炉管。

6. 请使用与所采购设备相匹配的工作电源电压, 加装与炉体工作电流相匹配的空气开关 (详见P18~19页“真空管式高温炉规格型号”中的额定电压和客户自配空气开关栏), 可靠连接地保护线, 切勿将高压引入, 以免引起仪表及控制线路的损坏, 不用时请关闭电源。



7. 将热电偶从炉体后固定座的小孔中插入炉膛, 并固定于固定座上, 按热电偶正负极性要求连接线 [红线接 (+), 黑线或绿线接 (-)]。不可将热电偶正负极接反, 否则无法进行测温 and 自动控制。

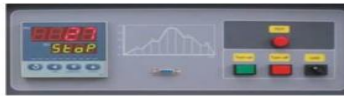
8. 安装完毕应通电试机。



### 三、设备启动操作

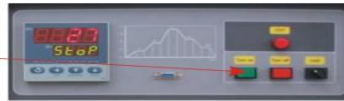
#### 1、开机顺序如图标：

(1) 送入总电源，打开 LOCK 开关仪表亮。



(2) 输入控温程序曲线。曲线结束后一定要设置结束语“t xx - 121” !!!

(3) 按下绿色 Turn-on 按键，听见“嘭”的一声，主继电器吸合。(此时风扇也开始工作)



(4) 按住仪表上 键 2 秒钟，SV 显示 'Run'，进入仪表自动控制状态。

(5) 设备运行一段时间后（一般在 200 °C-300°C 左右）若偏差还不能消除，或控温程序运行时控温精度太低，偏差过大或温度上下摆动过于频繁，可在自己使用最高温度的 80 % 温度段启动自整定功能来协助确定 M5、P、t 控制参数。

#### 2、关机顺序

- (1) 程序运行结束后，仪表处于“Stop”的基本状态。若中途需停止运行控温程序，按仪表的 停止键使仪表处于“Stop”的基本状态。
- (2) 按下红色 Turn-off 按键使主继电器断开。
- (3) 关闭 Lock 开关切断控制电源。
- (4) 关闭总电源，工作结束。

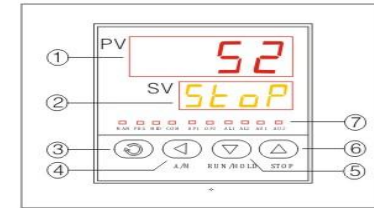


### 四、智能调节仪的介绍

#### 1. 主要特点：

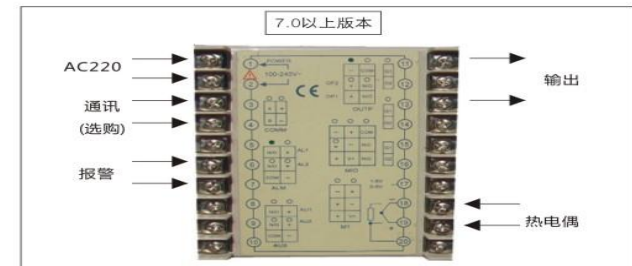
- (1) 采用先进的AI人工智能调节算法，无超调，具备自整定功能，可实现任意斜率的升、降温控制，具有跳转（循环）、运行、暂停及停止等操作命令。测量精度：0.2级。
- (2) 30段程序控制功能。
- (3) 掉电数据保存。

#### 2. 仪表面板



- |                      |            |
|----------------------|------------|
| 1) 炉温显示              | (PV)       |
| 2) 给定值显示             | (SV)       |
| 3) 设置键（确认键）          |            |
| 4) 数据移位键（兼程序设置进入）    | (A/M)      |
| 5) 数据减少键（兼程序运行/暂停操作） | (RUN/HOLD) |
| 6) 数据增加键（兼程序停止操作）    | (STOP)     |
| 7) 功能指示灯             |            |

#### 3. 仪表接线：







### 五、智能调节仪的显示切换

仪表的工作显示表示仪表所处的工作状态，其工作状态决定您是否可进行某种操作，因此用户使用该设备或进行某项操作时要注意仪表的工作状态。

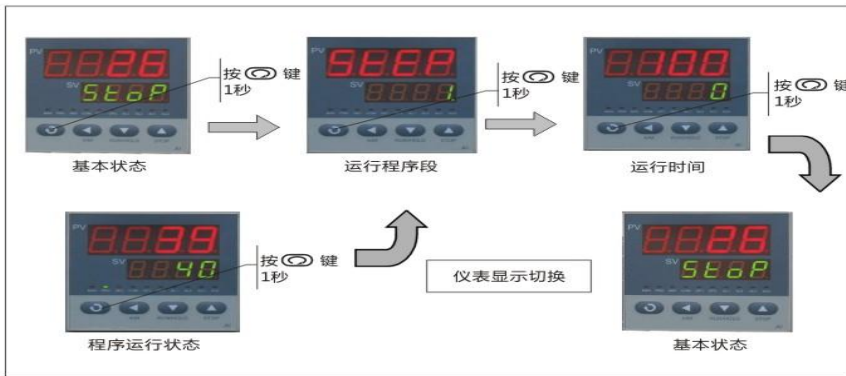
#### 1. 开机状态：

仪表开机显示仪表型号及软件版本号约几秒钟后即进入温度测量显示的基本状态状态，“SV” 闪动显示‘STOP’表示程序处于停止状态如图所示。



#### 2. 显示切换如下图示：

- 1) 在基本状态或程序运行状态下，按 键1秒切换至（PV、STEP、SV xx段）运行程序段状态。（设置运行段或显示正在运行的温度段）
- 2) 再按 键1秒切换至该段运行时间状态。（显示运行段总运行时间PV xxxx分钟，已运行时间SV xxxx分钟）
- 3) 再按 键一秒返回基本状态。

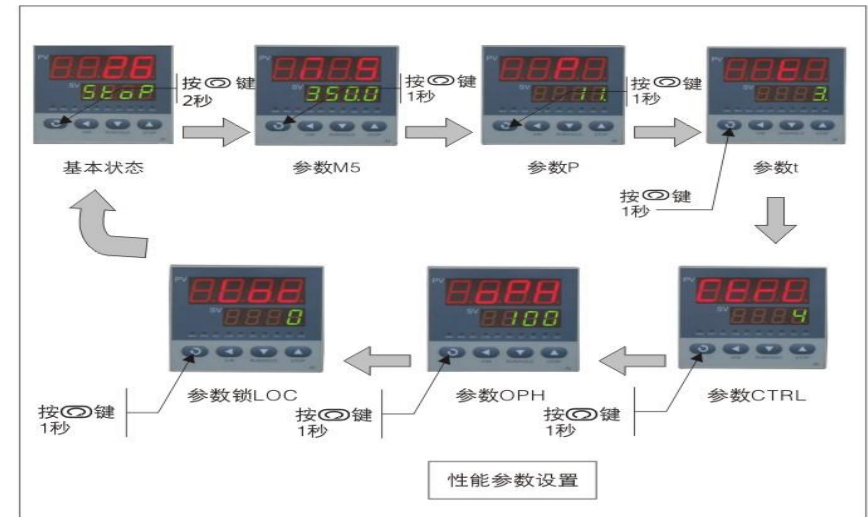


### 六、智能调节仪的性能参数切换

仪表性能参数决定仪表的运行状态及控制精度。

设置仪表性能参数如下图示：

- 1) 在基本状态下，按 键约2秒仪表进入参数设置状态并显示性能参数M5的设定值。
- 2) 在性能参数M5的状态下按 键1秒，仪表将依次显示各现场参数，采用 三键可以修改各性能参数值。（出厂前各性能参数已经配置好，无特殊要求一般无需改动）
- 3) 按 键约2秒，可返回显示上一参数。
- 4) 先按 键再接着再按 键可退出参数设置状态。如果没有按任何操作键，约30秒钟后会自动退出参数设置状态。





## 七、智能调节仪性能参数的说明

### 1. 性能参数：

参数	参数含义	设置范围	数值单位	出厂设定
M5	保持参数	1 - 9999	°C或1定义单位	
P	速率参数	1 - 9999		
t	滞后时间	1 - 2000	秒	
Ctrl	控制方式	2, 3		
OPL	限流	0—110	%	
OPH	限流	0—110	%	
LOC	参数锁禁	0		0

### 2. 参数功能说明

#### 1) 保持参数M5：

定义为输出变化为5%时，控制对象基本稳定后测量值的差值。它主要决定调节算法中积分作用，和PID调节的积分时间类同。M5 越小，系统积分效果越强。M5越大，积分效果越弱（积分时间增加）。设置M5=0时，系统取消积分作用及人工智能调节功能。调节部分成为一个比例微分（PD）调节器。

#### 2) 速率参数P：

类似PID调节器的比例带，但变化相反。P值越大，比例、微分作用成正比增强，而P值越小，比例、微分作用相应减弱。P参数与积分作用无关。

#### 3) 滞后时间t：

定义为假定没有散热，当其升温速率达到最大值63.5%时所需的时间。t参数对控制的比例、积分、微分均起影响作用，t越小则比例、积分作用均成正比增强，而微分作用相应减弱，但整体反馈作用增强；反之，t越大则比例、积分作用相应减弱，而微分作用相应增强，其设置对控制效果影响很大。如果t≤1系统的微分作用被取消。

#### 4) 控制方式Ctrl：(请不要把该参数设置为别的数值，可能会导致该系统无法工作)

Ctrl=2启动自整定参数功能，自整定结束后会自动设置为3。

Ctrl=3采用先进的AI智能调节算法，自整定结束后，仪表自动进入该设置，该设置下不允许从面板启动自整定功能，以防止误操作重复启动自整定。

#### 5) 最大输出限流OPL：

设置了分段限流功能时（200°C以下）的最大输出。

#### 6) 最大输出限流OPH：

没有设置分段限流功能时的最大输出。

#### 7) 参数锁禁 LOC：

高温炉的内部功能参数锁，一般无需客户改动。（请不要把该参数设置为别的数值，可能会导致该系统无法工作）



## 八、控温程序的设定

控温程序的设定是用户对自身烧结材料工艺条件的选择，正确的设置控温程序是成功烧结材料的前提。

### 1、控温程序设置如下图示：

① 在基本状态下按 $\odot$ 键1秒，仪表就进入控温程序设置状态，仪表首先显示的是当前运行段起始给定值，可按 $\odot$   $\triangleleft$   $\triangleright$   $\odot$ 三键修改数据。

② 按 $\odot$ 键1秒将依次显示下一个要设置的程序值（当前段运行时间），每段控温按Ct的方式依次排列，即该段的起始温度 $\rightarrow$ 该段运行时间 $\rightarrow$ 目标值，该段目标值是下一段的起始温度。（按 $\odot$   $\triangleleft$   $\triangleright$   $\odot$ 三键修改数据）

③ 按 $\odot$ 键约2秒，可返回设置上一参数。

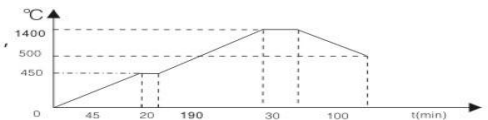
④ 先按 $\odot$ 键再按 $\odot$ 键可退出控温程序设置状态。如果没有任何按键操作，约30秒钟后仪表会自动退出参数设置状态。



### 2、程序设置举例：

用键盘输入如下温度程序曲线：

仪表采用CTC的形式来输入温度曲线，用各种提示符来提示应输入的数据，曲线形状由折点处的坐标来确定。



(升降温速率10°C)



在输入数据之前请按下列顺序和格式填写数据表：

提示符	输入数据	意义
C 01	0	起始温度值
T 01	45	第一段运行时间
C 02	450	第一折点的温度值（前一段的目标值，后一段的起始值）
T 02	20	第二段运行时间
C 03	450	第二折点的温度值（前一段的目标值，后一段的起始值）
T 03	190	第三段运行时间
C 04	1400	第三折点的温度值（前一段的目标值，后一段的起始值）
T 04	30	第四段运行时间
C 05	1400	第四折点的温度值（前一段的目标值，后一段的起始值）
T 05	100	第五段运行时间
C 06	500	第五折点的温度值（前一段的目标值，后一段的起始值）
T 06	- 121	程序运行结束返回第一段并执行Stop操作，自然降温

用  $\odot$   $\odot$   $\odot$   $\odot$  四键，将上述数据依次输入，即完成程序曲线设置。

注意：运行曲线结束一定要设置结束语“t X - 121”!!! 并注意程序要有连续性。

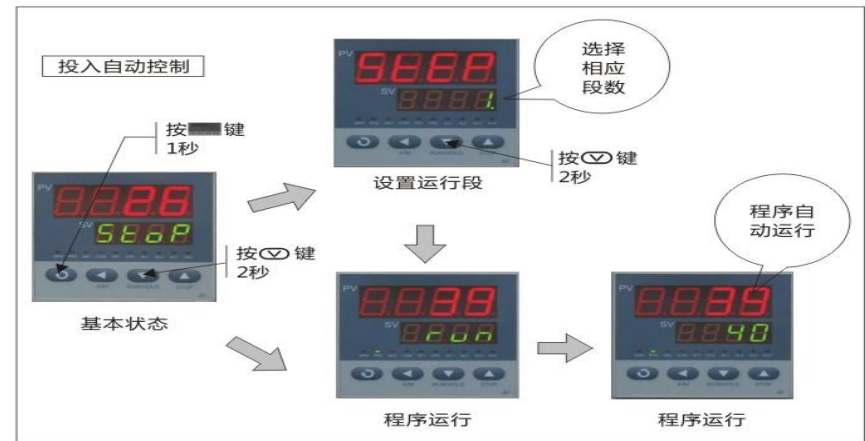
在运行控制过程中可进行控温程序的修改，以后按修改后的控温程序曲线控制运行。操作不熟练的客户不建议在运行控制过程中修改控温程序，有可能由于修改而导致温差过大，造成过流。如需要更改控温程序可先停止程序运行再修改控温程序。



### 九、控温程序的运行

投入自动控制如下图所示：



1. 若仪表原来只处于基本状态(程序处于停止状态，下显示器SV交替显示‘Stop’)，按  $\odot$  键1秒，进入运行程序段状态 (PV ‘STEP’、SV ‘xx’ 段) 用户可以自己选择从第几段开始，通常程序运行段号 ‘STEP’ 随着程序的执行自动增加或跳转，无需人为干涉。有时因特殊因素，在程序运行中有时希望从程序的某一段开始，或直接从跳到某一段执行程序，可通过修改 ‘STEP’ 值来实现。再按  $\odot$  键+  $\odot$  键返回基本状态。
2. 按  $\odot$  键约2秒钟（下显示器SV显示 ‘run’）仪表投入自动控制状态。






### 十、控温程序的暂停

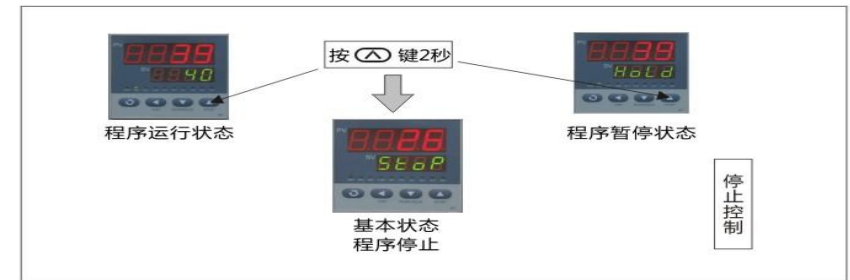
暂停控制如下图所示：

在程序运行状态中按  键约2秒钟，仪表下显示器SV交替显示 'Hold' 符号则仪表进入暂停状态，暂停时仪表仍执行控制，并将温度控制在暂停时的给定值上，但控温时间停止增加。在暂停状态下按  键2秒钟仪表下显示器SV显示 'run' 符号，则仪表又重新运行。



### 十一、控温程序的停止

停止控制如下图所示：在程序处于运行或暂停状态下，按  键约2秒钟，仪表下显示器SV将显示 'Stop' 的符号，此时结束程序控制，仪表处于停止状态的基本状态，同时参数“STEP”被修改为“1”此时PV显示炉温“xxxx°C”，SV显示“Stop”。





## 十二、M5、P、t控制参数的调节

控M5、P、t控制参数设置的正确与否直接关系到高温炉的控温精度，该设备出厂时已进行严格的高温预烧测试（速率5°C/min），并已依据该炉的性能对控制参数M5、P、t予以确定，一般无需改动，基本可满足95%以上的客户要求，但由于各地域炉体环境及各客户的生产工艺要求不同，可能正确地操作而无法获得稳定的控制，这时可启动仪表的自整定功能来协助确定M5、P、t控制参数。

系统在不同的温度下整定出的参数值不完全相同，执行自整定功能前，炉温应在最常用，或最关心的温度值的80%处，仪表处于运行状态下，将仪表的控制方式参数‘Ctrl’设置为2，再按<左键>+<右键>键切换到运行状态，此时仪表将闪动显示“AT”字样，表明仪表已进入自整定状态。自整定时仪表执行位式调节控制炉体，（硅钼棒做加热元件的炉体在400°C以前不易启动自整定）经2—3次振荡后，仪表自动分析高温炉的温度控制周期、幅度、波型及该温度段的保温系数，自动计算出M5、P、t的控制参数。若要提前放弃，可按<左键>键约2秒钟使仪表停止闪动显示“AT”字样即可。视不同温区，自整定时间长短不一，自整定结束后会自动将参数‘Ctrl’设置为3。如果今后还要启动自整定可将控制方式Ctrl设置为2后重新启动。

仪表的自整定功能整定出的参数准确度较高，但由于各加热元件的特殊电气特性（电阻率随着温度的升高或时间的推移而改变），及各温度段升温速率的差异，自整定的参数可能并不是最佳值，如果正确地操作自整定还无法获得稳定的控制，可适当人工修改M5、P、t的控制参数。

人工修改时，注意观察系统响应曲线，如果：

- ① 短周期（与自整定或位式调节时振荡周期相当或略长）振荡；  
可减小P（优先），加大M5及t
- ② 长周期（数倍于位式调节时的振荡周期）振荡；  
可加大M5（优先），加大P，t
- ③ 无振荡而静差太大；  
可减小M5（优先），加大P
- ④ 最后能稳定控制但时间太长；  
可减小t（优先），加大P，减小M5

调试时可用逐试法，既将M5、P、t参数之一增加或减少30%—50%，如果控制效果变好，则继续增加或减少该参数，否则往反方向调整，直到获得合格的调节质量为止。一般先修改M5，如果无法满足要求再依次修改P、t参数，直到满足要求为止。



## 十三、加热元件的更换

加热元件在使用过程中如遇损坏需更换时的更换方法

1. GSL-1600X/1400X高温管式炉，以硅钼棒加热元件为例如图示：



(1) 拧下上盖板螺丝，打开炉体上盖板（有的炉体上盖板是内六角螺丝）



(2) 拧下需更换加热元件的螺丝



(3) 取下连结铝箔



(6) 取出需要更换的硅钼棒



(5) 取出氧化铝塞



(4) 卸下固定瓷夹螺丝



(7) 更换新棒时，氧化铝塞块与硅钼棒同时放入棒槽底部

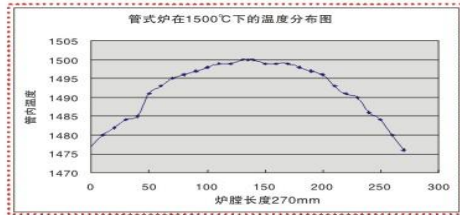
(8) 在拧上瓷块固定夹时，硅钼棒上提5mm，使硅钼棒棒体不接触到炉内底板，以防加热元件的热性形变。

(9) 倒置步骤4，3，2，1，更换完毕。

硅钼棒的更换除夹具略有不同，安装方式基本一样，个别元件由于某中原因损坏需更换时，要根据当时其它元件阻值的生长情况，选补阻值适宜的元件，或整体更换。

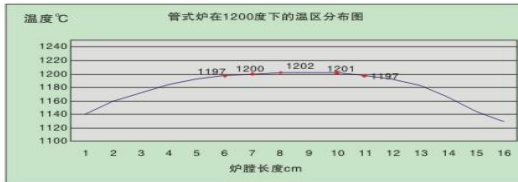
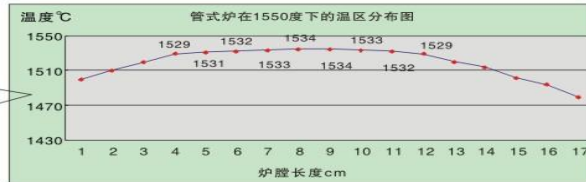


#### 十四、真空管式高温炉温区分布图（仅供参考）



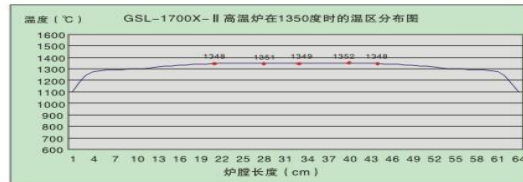
GSL-1600X  
真空管式炉

GSL-1600X-S  
真空管式炉



GSL-1500X  
真空管式炉

GSL-1700X-II  
真空管式炉



#### 十五、维护注意事项

1. 炉子首次使用或长时间不用后，要在120°C左右烘烤1小时，在300°C左右烘烤2小时后使用，以免造成炉膛开裂。炉温尽量不要超过额定温度，以免损坏加热元件及炉衬。禁止向炉膛内直接灌注各种液体及溶解金属，保持炉内的清洁。
2. 炉膛若采用刚玉炉管，依据刚玉材料的物理性质，各温区的升、降温速率不宜过快（≤5°C），严禁在炉管100°C以上取送物料。有利于炉管的热应力的均匀释放，以延长炉管的使用寿命。
3. 炉体若采用硅钼棒做加热元件，依据硅钼棒的物理特性，常温下脆性很大，因此在加热元件安装好后不能随意拆装和搬动炉体。不宜在400-700°C温度段长时间运行，否则硅钼棒将发生低温氧化，导致元件损坏。
4. 炉体若采用硅碳棒做加热元件时，长时间运行，阻值会逐渐增大，这种现象叫“老化”。炉子在运行一段时间后，由于硅碳棒的老化现象，会造成炉子的升温速率及理想温度达不到原来的数值。请适当调节OPH值，并观察电流表主电流在合适的大小。个别元件由于某中原因损坏需更换时，要根据当时其它元件阻值的增长情况，选补阻值适宜的元件，不可随意更换新元件。若元件损坏较多或阻值增长过大，无法达到所需炉温时最好全部更换成新元件。
5. 冷炉使用时，由于炉膛是冷的，须大量吸热，所以低温段升温速率不易过快，各温度段的升温速率差别不易太大，设置升温速率时应充分考虑所烧结材料的物理化学性质，以免出现喷料现象，污染炉管。
6. 定期检查温度控制系统的电器连接部分的接触是否良好，应特别注意加热元件的各连接点的连接是否紧固。
7. 炉子使用过一段时间后，若真空度降低，可分别更换不锈钢法兰盘之间的耐高温硅胶圈或重新安装不锈钢法兰盘或更换修理真空系统，以提高系统的整体真空度。
9. 炉子在工作过程中，一般在300°C左右若控制偏差还不能消除，出现温度显示值与程序给定值不符或摆动过大，请检查参数“M5、P、t”设置是否准确。
10. 采用B型高温双铂铑（30%-6%）热电偶，仪表在0-600°C测量精度0.5级，在600-1700°C可保证0.2级。采用S型单铂铑热电偶测量精度可保证0.2级。
11. 本炉适用于下列工作条件：
  - （1）环境温度在-10~75°C之间。
  - （2）周围环境的相对湿度不超过85%。
  - （3）炉子周围没有导电尘埃，爆炸性气体及严重破坏金属和绝缘材料的腐蚀性气体。
  - （4）没有明显的倾斜、振动和颠簸。
12. 各炉体控制实物如与该说明书图片不符以实物为准，但控制操作方法相同。
13. 用户在遵守保管、使用、安装、运输规定的条件下，从我公司发货之日起，在12个月内因产品质量问题而发生损坏不能正常工作的，我公司为用户提供整机免费服务（人为损坏除外）。保修期满后，我公司将继续根据用户要求进行有偿终身维护。

**十六、常见故障及故障排除**

故障现象	故障原因	排除方法
打开控制电源开关Lock无电源指示	控制线路FU1保险丝断	检查有无短路排除后更换保险丝
仪表SV交替显示Oral	热电偶断路	更换热电偶
仪表SV交替显示HIAL	炉体超过上限温度仪表起保护	温度降至安全温度后仪表自动恢复正常(检查超温原因)
电源一切正常但炉体不工作	仪表参数误修改	改为正确参数
电源及加热元件都正常,但炉体不能升温	控制线路损坏	通知专业维修人员
仪表显示温度与放样区温度不符,出现正或负偏差	测温点与放样点位置有偏差,或加热元件微观上的阻值偏差,属正常现象	摆正放样位置,或通知维修人员人为校正

**十七、可供选购产品**

1. 高温炉支架;
2. 材料实验室混、压、烧、切、磨、抛全套产品;
3. 通讯模块及应用软件;
4. 各种烧结用坩埚及加热元件;
5. 粗真空系统或高真空系统;

**十八、订货须知**

本公司为了提高产品的一致性,为客户提供标准的各种高温烧结炉、管式炉及其配件,在订货时须注明下列各项:

1. 所须烧结炉的最高工作温度及想要实现的控制功能。
2. 炉体结构布局及炉膛尺寸。
3. 需要订货的数量。

若客户需我们提供非标准的产品,请提供详细的技术要求,但供货周期可能会延长

**十九、真空管式高温炉规格型号**

项目	型号	GSL-1600X	GSL-1700X
额定功率KW		5.5	5.5
额定电压V		AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz
最高温度°C		1600	1700
额定温度°C		1550	1650
推荐升温速率°C/min		1400度以下≤10°C/min, 1400到1600度≤5°C/min, 1600度以后≤2°C/min	1400度以下≤10°C/min, 1400到1600度≤5°C/min, 1600度以后≤2°C/min
配制炉管mm(标配)(或依客户要求定制)		Φ60(外)Φ80(外)×1000	Φ60(外)Φ80(外)×1000
炉膛尺寸mm		290×180×160	290×180×160
外型尺寸(长×深×高)mm		590×490×740	590×490×740
控温精度°C		±1	±1
极限真空度Pa(选件)		1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)	1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)
加热元件		硅钼棒	硅钼棒
加热元件接法		串联	串联
重量Kg		70	70
客户自配装空气开关		32A	32A

项目	型号	GSL-1800X	GSL-1400X
额定功率KW		5.5	4
额定电压V		AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz
最高温度°C		1800	1400
额定温度°C		1750	1350
推荐升温速率°C/min		1400度以下≤10°C/min, 1400到1600度≤5°C/min, 1600度以后≤2°C/min	≤10°C/min
配制炉管mm(标配)(或依客户要求定制)		Φ60(外)Φ80(外)×1000	Φ60(外)Φ80(外)×1000
炉膛尺寸mm		290×180×160	290×180×160
外型尺寸(长×深×高)mm		590×490×740	590×490×740
控温精度°C		±1	±1
极限真空度Pa(选件)		1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)	1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)
加热元件		硅钼棒	硅碳棒
加热元件接法		串联	串并联
重量Kg		70	50
客户自配装空气开关		32A	32A



合肥科晶材料技术有限公司

项目	型号	GSL-1600X-S	GSL-1700X-S
额定功率KW		2.5	2.5
额定电压V		AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz
最高温度°C		1600	1700
额定温度°C		1550	1650
推荐升温速率°C/min		1400度以下≤10°C/min 1400到1600度≤5°C/min	1400度以下≤10°C/min, 1400到1600度≤5°C/min, 1600度以后≤2°C/min
配制炉管mm (标配) (或依客户要求定制)		Φ60 (外) Φ80 (外) ×800	Φ60 (外) Φ80 (外) ×800
炉膛尺寸mm		170×130×120	170×130×120
外型尺寸(长×深×高)mm		480×360×620	480×360×620
控温精度°C		±1	±1
极限真空度Pa (选件)		1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)	1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)
加热元件		硅钼棒	硅钼棒
加热元件接法		串联	串联
重量Kg		50	50
客户自配装空气开关		32A	32A

项目	型号	GSL-1800X-S	GSL-1400X-S
额定功率KW		2.5	2.5
额定电压V		AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz
最高温度°C		1800	1400
额定温度°C		1750	1350
推荐升温速率°C/min		1400度以下≤10°C/min, 1400到1600度≤5°C/min, 1600度以后≤2°C/min	≤10°C/min
配制炉管mm (标配) (或依客户要求定制)		Φ60 (外) Φ80 (外) ×800	Φ60 (外) Φ80 (外) ×800
炉膛尺寸mm		170×130×120	170×130×120
外型尺寸(长×深×高)mm		480×360×620	480×360×620
控温精度°C		±1	±1
极限真空度Pa (选件)		1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)	1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)
加热元件		硅钼棒	硅碳棒
加热元件接法		串联	串并联
重量Kg		50	40
客户自配装空气开关		32A	32A

合肥科晶材料技术有限公司



项目	型号	双温区真空管式炉 GSL-1600/1400X	双温区真空管式炉 GSL-1700/1400X
额定功率KW		9.5	9.5
额定电压V		380V (两根火线, 一根零线)	380V (两根火线, 一根零线)
最高温度°C		高温区 (1600) 低温区 (1400)	高温区 (1700) 低温区 (1400)
额定温度°C		高温区 (1550) 低温区 (1350)	高温区 (1650) 低温区 (1350)
推荐升温速率°C/min		1400度以下≤10°C/min 1400到1600度≤5°C/min	1400度以下≤10°C/min, 1400到1600度≤5°C/min, 1600度以上≤5°C/min
配制炉管mm (或依客户要求定制)		Φ60 (外) ×1200 Φ80 (外) ×1200	Φ60 (外) ×1200 Φ80 (外) ×1200
炉膛尺寸mm		(290×2) ×180×160	(290×2) ×180×160
外型尺寸(长×深×高)mm		860×470×720	860×470×720
控温精度°C		±1	±1
极限真空度Pa (选件)		1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)	1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)
加热元件		硅钼棒, 硅碳棒	硅钼棒, 硅碳棒
加热元件接法		串并联	串并联
重量Kg		130	130
客户自配装空气开关(A)		63	63

项目	型号	GSL-1700X-III	
		GSL-1700X (1个温区)	GSL-1400X (2个温区)
额定功率KW		4KW/每个温区	3KW/每个温区
额定电压V		AC380 50/60HZ	
最高温度°C		1700	1400
额定温度°C		1650	1350
推荐升温速率°C/min		1400度以下≤10°C/min, 1400到1600度≤5°C/min	
配制炉管mm (或依客户要求定制)		Φ60 (外) ×1200 Φ80 (外) ×1200	
炉膛尺寸mm		230×180×160+ (160×180×160) ×2	
外型尺寸(长×深×高)mm		860×470×720	
控温精度°C		±1	
极限真空度Pa (选件)		1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)	
加热元件		硅钼棒	硅碳棒
热电偶型号		B型	S型
加热元件接法		串联	串并联
重量Kg		150	
客户自配装空气开关 (A)		63	





项目	型号	GSL-1500X
额定功率KW		2.5
额定电压V		AC220 50/60HZ
最高温度°C		1500
额定温度°C		1450
推荐升温速率°C/min		1400度以下≤10°C/min 1400度以上≤5°C/min
配制炉管mm (标配) (或依客户要求定制)		Φ42 (外) Φ50 (外) ×700
炉膛尺寸mm		150×100×110
外型尺寸(长×深×高)mm		400×300×510
控温精度°C		±1
极限真空度Pa (选件)		1.0×10 <sup>-3</sup> (机械泵+分子泵)
加热元件		硅碳棒
加热元件接法		串并联
重量Kg		25
客户自配装空气开关		32A

项目	型号	
额定功率KW		
额定电压V		
最高温度°C		
额定温度°C		
推荐升温速率°C/min		
配制炉管mm (标配) (或依客户要求定制)		
炉膛尺寸mm		
外型尺寸(长×深×高)mm		
控温精度°C		
极限真空度Pa (选件)		
加热元件		
加热元件接法		
重量Kg		
客户自配装空气开关		



## 附录

## 一、双铂铑（铂铑30-铂铑6）热电偶的常识

该热电偶在室温下热电动势极小（25°C时为-2μV，50°C时为3μV），故在测量时一般不用补偿导线，可以忽略参考端温度变化的影响。它的长期使用温度为1600°C，短期使用温度为1800°C。铂铑6合金的熔点为1820°C，限制其使用温度上限。双铂铑热电偶的电动势率较小，因此，需配备灵敏度较高的显示仪表。

B型热电偶适宜在氧化性或中性气氛中使用，也可以在真空环境下短期使用，即使在还原性气氛下使用，其寿命也是R、S型热电偶的10~20倍。因R及S型热电偶在高温下，将发生铂铑正极向负极扩散的现象，引起热电偶劣化，为了防止上述现象的发生，在铂中添加铑制成铂铑合金，不仅可以改善耐热性能，而且还可以提高合金对铂的热电动势率。当铑含量在20%以下时，铂铑合金对铂的热电动势急增，但超过此值，随铑含量的增加，变化不大，且显著硬化，加工困难。故此类合金中铑含量不能超过40%（重量比）。

铂铑合金比纯铂的晶粒长度倾向小，而且，随铑含量的增多而减少，并可使热电性能更稳定，机械强度更高。因此，双铂铑热电偶在1800°C的高温测量中得到广泛应用。双铂铑热电偶的分度号以前为LL-2，现为B。

## 铂铑30-铂铑6热电偶分度表（分度号：B）

（参考端温度：0摄氏度） 热电动势mv

	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C
		-0.002	-0.003	-0.002	0	0.002	0.006	0.011	0.017	0.025
100°C	0.033	0.043	0.0053	0.065	0.078	0.092	0.107	0.123	0.14	0.159
200°C	0.178	0.199	0.22	0.243	0.266	0.291	0.317	0.344	0.372	0.401
300°C	0.431	0.462	0.494	0.527	0.561	0.596	0.632	0.669	0.707	0.746
400°C	0.786	0.827	0.87	0.913	0.975	1.002	1.048	1.095	1.143	1.192
500°C	1.241	1.292	1.344	1.397	1.45	1.505	1.56	1.617	1.674	1.732
600°C	1.791	1.851	1.912	1.974	2.036	2.1	2.164	2.23	2.296	2.363
700°C	2.43	2.499	2.569	2.639	2.71	2.782	2.855	2.928	3.003	3.078
800°C	3.154	3.231	3.308	3.387	3.466	3.546	3.626	3.708	3.79	3.873
900°C	3.957	4.041	4.126	4.212	4.298	4.386	4.474	4.562	4.652	4.742
1000°C	4.833	4.924	5.016	5.109	5.202	5.297	5.391	5.487	5.583	5.68
1100°C	5.777	5.875	5.973	6.073	6.172	6.273	6.374	6.475	6.577	6.68
1200°C	6.783	6.887	6.991	7.096	7.202	7.308	7.414	7.521	7.628	7.736
1300°C	7.845	7.953	8.063	8.192	8.283	8.393	8.504	8.616	8.727	8.839
1400°C	8.952	9.065	9.178	9.291	9.405	9.519	9.634	9.748	9.863	9.979
1500°C	10.094	10.21	10.325	10.441	10.558	10.674	10.79	10.907	11.024	11.141
1600°C	11.257	11.374	11.491	11.608	11.725	11.842	11.959	12.076	12.193	12.31
1700°C	12.426	12.543	12.659	12.776	12.892	13.008	13.124	13.239	13.354	13.47
1800°C	13.585	13.699	13.814	--	--	--	--	--	--	--



## 二、单铂铑（铂铑10-铂）热电偶的常识

该种热电偶的特点是热电性能稳定、抗氧化性强，宜在氧化性、惰性气氛中连续使用。长期使用温度为1400℃，超过此温度时，即使在空气中，纯铂丝也将因再结晶致使晶粒粗大。故长期使用温度限定在1400℃以下，短期使用温度为1600℃。在所有的热电偶中，它的准确度等级最高，通常用作标准或作为测量高温的热电偶，它的使用温度范围广、均质性及互换性好。

### 铂铑10-铂热电偶分度表(分度号:S)

(参考端温度为:0摄氏度) 热电动势mV

	0℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃
	0.0	0.055	0.113	0.173	0.235	0.299	0.365	0.432	0.502	0.573
100℃	0.645	0.719	0.795	0.872	0.951	1.029	1.109	1.19	1.273	1.356
200℃	1.44	1.525	1.611	1.698	1.785	1.873	1.962	2.051	2.141	2.232
300℃	2.323	2.414	2.506	2.599	2.692	2.786	2.88	2.974	3.069	3.146
400℃	3.26	3.356	3.452	3.549	3.645	3.743	3.84	3.938	4.036	4.135
500℃	4.234	4.333	4.432	4.532	4.632	4.732	4.832	4.933	5.034	5.136
600℃	5.237	5.339	5.442	5.544	5.648	5.751	5.855	5.96	6.064	6.169
700℃	6.274	6.38	6.486	6.592	6.699	6.805	6.913	7.02	7.128	7.236
800℃	7.345	7.545	7.563	7.672	7.782	7.892	8.003	8.114	8.225	8.336
900℃	8.448	8.56	8.673	8.786	8.899	9.012	9.126	9.24	9.355	9.47
1000℃	9.585	9.7	9.816	9.932	10.048	10.165	10.282	10.4	10.517	10.635
1100℃	10.754	10.872	10.991	11.11	11.229	11.348	11.467	11.587	11.707	11.827
1200℃	11.947	12.067	12.188	12.308	12.429	12.55	12.671	12.792	12.913	13.034
1300℃	13.155	13.276	13.397	13.519	13.64	13.761	13.883	14.004	14.125	14.247
1400℃	14.368	14.489	14.61	14.731	14.852	14.973	15.094	15.215	15.336	15.456
1500℃	15.576	15.697	15.817	15.937	16.057	16.176	16.296	16.415	16.534	16.653
1600℃	16.771	16.89	17.008	17.125	17.243	17.36	17.477	17.594	17.711	17.826
1700℃	17.942	18.056	18.17	18.282	18.394	18.504	18.612	--	--	--

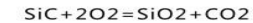


## 三、硅碳棒简介

碳化硅(SiC)电热元件是选用绿色高纯度六方碳化硅为主要原料，经加工制坯、高温硅化、经2200℃高温再结晶而成的棒状非金属高温电热元件。正常使用温度可达1450℃,合理使用条件下,连续使用超过2000小时,在空气中使用,不需要任何保护气氛该元件与金属电热元件相比,具有使用温度高、抗氧化、耐腐蚀、寿命长、变形微、安装维修方便等特点。因此,它被广泛用于电子、磁性材料、粉末冶金、陶瓷、玻璃、冶金和机械等工业的多种高温电炉及其它加热的设备上。硅碳棒电热元件的使用寿命除了远见的内在质量的差异已影响外,还受元件的使用温度,元件发热部表面负荷,环境气氛,有害物质,供电方式(间断和连续使用)以及元件在使用过程中的串并联方式等因素的影响,在各温度下元件的使用负荷。

### 一、硅碳棒(SiC)的性能

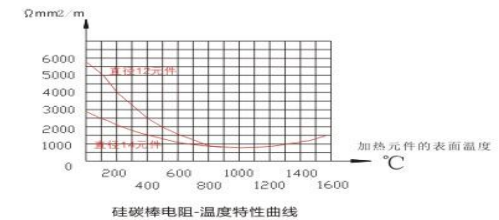
该元件质地硬而脆,膨胀系数小、能耐急冷急热,不易变形,有良好的化学稳定性,抗酸能力极强,与强酸不反应,抗碱能力较差,在高温下能腐蚀分解棒体。氯气能使元件分解,氢氟气有不同程度的侵蚀作用。如果在空气和水蒸气中长期使用,元件会缓慢老化,二氧化硅含量增多,电阻值增长,发生如下反应:



硅碳棒的电阻值,随着元件温度的变化而变化,因为元件是一种非线性型电阻体。从室温至850±50℃电阻由大变小,850±50℃以上又由小变大。也就是说:元件的电阻温度系数有负值阶段也有正值阶段。在棒的一端所标电阻是按部颁标准规定在1050±50℃时测定的,便于安装时搭配。

元件的表面负荷密度与炉子的温度的有密切关系,可以根据需要任意调整。需要炉温高时加大负荷密度,反之可降低负荷密度。即所谓“调功”。

### 二、硅碳棒(SiC)的电阻温度特性曲线



硅碳棒电阻-温度特性曲线

由图可见发热体电阻呈凹曲状,约850±50℃时,电阻率为最小值,在此温度点之后,温度增高电阻率相应增大。温度超过1500℃时,老化速度加剧,并将元件迅速烧毁。



#### 四、硅钼棒简介

1800型硅钼棒是一种以二硅化钼为基础制成的电阻发热元件，元件最高表面温度为1800°C，其在氧化气氛下高温使用，表面玻化，生成一层光亮致密的熔点为1710°C石英(SiO<sub>2</sub>)玻璃膜，能保护硅钼棒不再氧化，因此硅钼棒元件具有独特的高温抗氧化性。当元件使用温度大于1700°C时，加热元件上的SiO<sub>2</sub>保护层熔融，由于表面张力的作用，SiO<sub>2</sub>熔聚成滴，而失去保护作用。元件在氧化气氛下，再继续使用时，SiO<sub>2</sub>保护层重新生成。必须指出的是硅钼棒电热元件不宜在400-700°C范围内长时间使用。否则元件会因低温的强烈氧化作用而粉化。

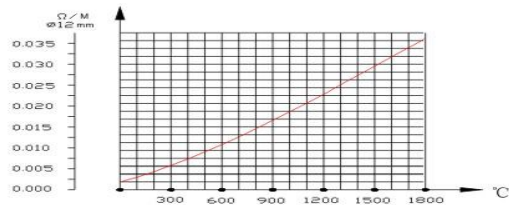
##### 一、硅钼棒(MoSi<sub>2</sub>)的性能

1. 再结晶温度1800°C
2. 常温时：硬度高，脆性大，耐高温
3. 高温状态形变，垂直平安安装较普遍
4. 耐温度骤变性好(耐急变性)
5. 化学性能稳定，不与酸性材料反应
6. 但在高温时，会与碱土金属或低熔点酸盐起反应
7. 在加热元件引出端口，一般在密封装置处，以减小热损失
8. 形状为“U”形，故安装时因考虑底部有足够的膨胀空间

##### ●气氛影响：

- A. 在NO<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>、空气中使用，温度应小于1700°C
- B. 在He、Ar、Ne中使用，温度应小于1650°C
- C. 在SO<sub>2</sub>中使用，温度应小于1600°C
- D. 在CO、N<sub>2</sub>中，温度应小于1500°C
- E. 在湿H<sub>2</sub>中，温度应小于1400°C，在干H<sub>2</sub>中，温度应小于1350°C

##### 二、硅钼棒(MoSi<sub>2</sub>)的电阻温度特性曲线



硅钼棒电阻—温度特性曲线

二硅化钼电热组件的电阻率随着温度的升高而迅速增加。在正常操作情况下，组件电阻一般不随使用时间的长短而变化。因此，新旧组件可以混合使用。