

箱式炉KSL系列使用说明书

咨询热线: 400 855 1718

www.zzkjdl.net



A1X



A1



A2



A3

点击关注科晶电炉微信公众平台



郑州科晶电炉有限公司

地址: 郑州市高新区莲花街红楠路龙鼎企业中心5号楼

咨询热线: 400 855 1718 企业邮箱: k@zzkjdl.net

座机: 0371-86235750 传真: 0371-86235751

总经理: 袁家巍 手机号: 13603981157;

客户经理: 袁梦珂 手机号: 15837977258; 18092786744;

微信服务号: kejingdianlu OICQ: 18161610

箱式高温烧结炉使用手册

(图片如与实物不符, 以实物为准)

尊敬的客户:

真诚的感谢您成为科晶产品的用户, KSL 系列箱式高温炉是本公司为高校和科研院所打造的实验室设备套餐之一, 从本说明书的封面上您足以看出它的与众不同和设计者的匠心独具, 为了更好的使用该设备, 希望您在开始操作本设备之前认真阅读随设备提供的操作使用手册, 以免引起误操作造成设备损坏。

一、结构简介

KSL 系列箱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, 采用硅钼棒或硅碳棒为加热元件。是专为高等院校、科研院所的实验室及工矿企业对金属, 非金属及其它化和物材料进行烧结、融化、分析而研制的专用设备。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。



二、设备安装接线

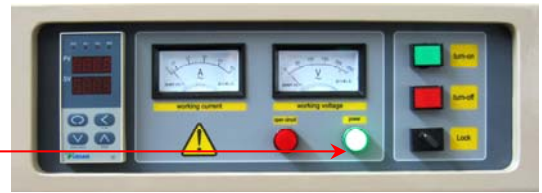
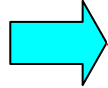
1. 打开包装箱, 检查设备是否完好, 根据装箱单检查配套附件是否完整。
2. 设备放置地点应选择空气流通, 无震动, 无易燃、易爆气体或高粉尘的场所。
3. 请使用与所采购设备**相匹配的工作电源电压, 加装与炉体工作电流相匹配的空气开关**(详见 P14~16 页“KSL 系列高温炉规格型号”中的额定电压和客户自配空气开关栏), 可靠连接接地保护线, 切勿将高电压引入, 以免引起仪表及控制线路的损坏, 不用时请关闭电源。
4. 将热电偶从炉体后固定座的小孔中插入炉膛, 并固定于固定座上, 按热电偶正负极性要求连接线[红线接(+), 黑线或绿线接(-)]。不可将热电偶正负极接反, 否则无法进行测温和自动控制。
5. 安装完毕应通电试机。



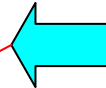
三、设备启动操作

1、 开机顺序如图示：

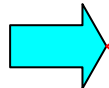
(1) 送入总电源，绿色 Power 指示灯亮。



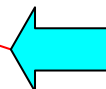
(2) 打开控制电源开关 Lock
(仪表点亮)



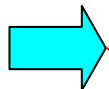
(3) 输入控温程序曲线。
运行曲线结束一定要设置
结束语“t xx -121” !!!
(控温程序设定参阅 P6~8 页
“控温程序的设定”)



(4) 按下绿色 Turn-on 按键，听见
“嘭”的一声，主继电器吸合。



(5) 按住仪表上  键 2 秒钟，SV
显示‘Run’，投入仪表自动控制
状态。



(6) 设备运行一段时间后（一般在 200℃
~300℃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
上下摆动过于平凡，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。（调节方法参见 P10 页“M5、P、t 控制参数的调节”）

2、 关机顺序

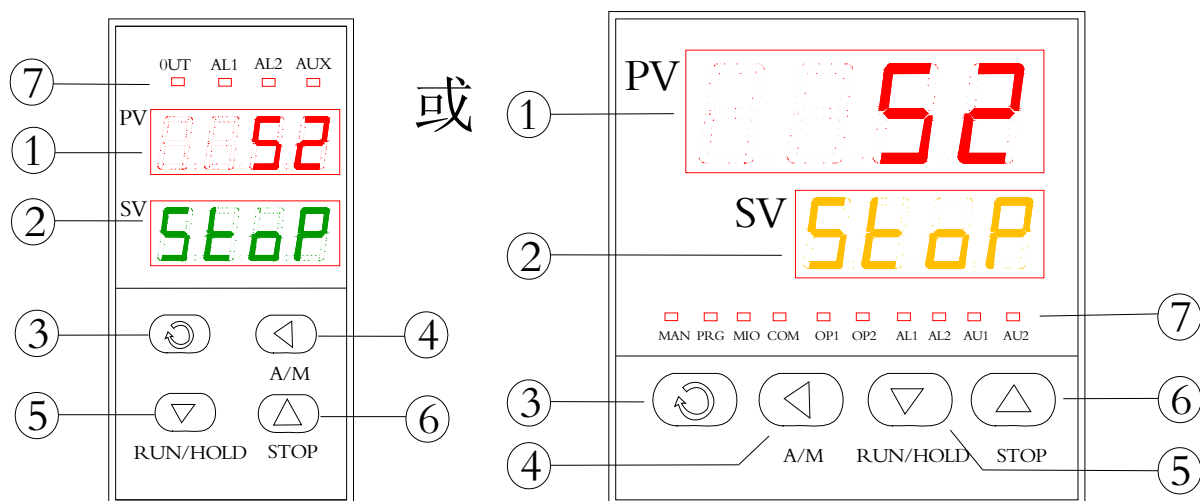
- (1) 程序运行结束后，仪表处于“Stop”的基本状态。若中途需停止运行控温程序，按仪表的  停止键使仪表处于“Stop”的基本状态。
- (2) 按下红色 Turn-off 按键使主继电器断开。
- (3) 关闭 Lock 开关切断控制电源。
- (4) 关闭总电源，工作结束。

四、智能调节仪的介绍

1. 主要特点：

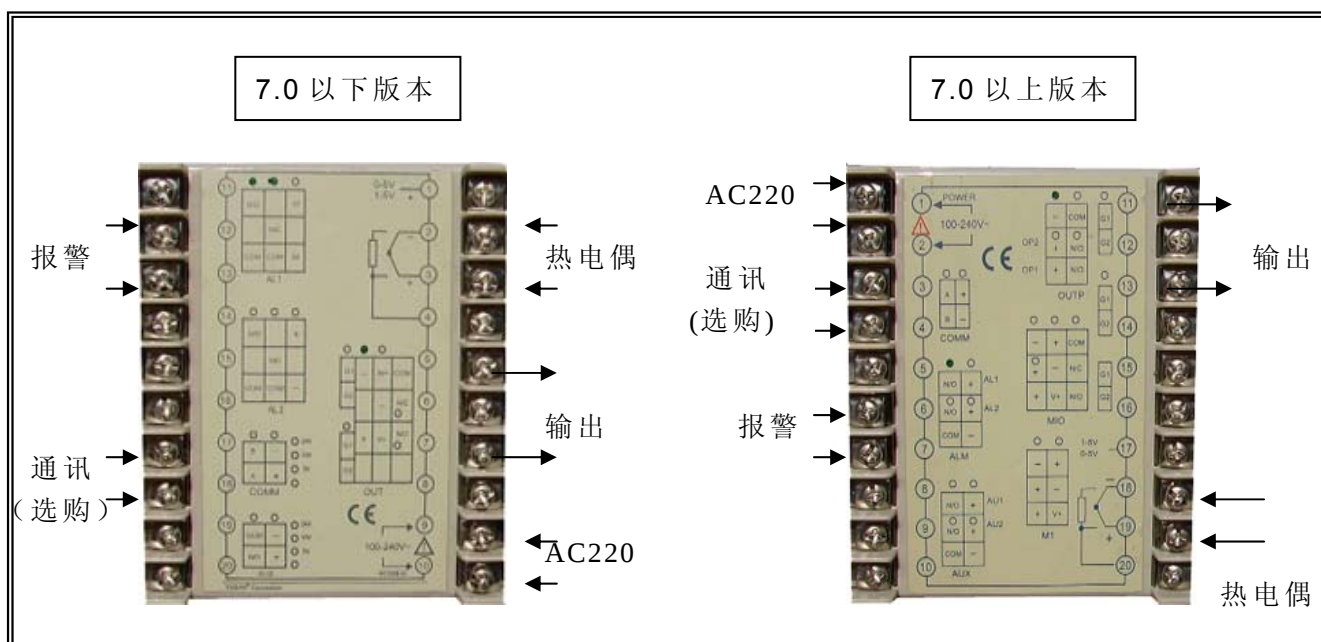
- (1) 采用先进的 AI 人工智能调节算法，无超调，具备自整定功能，可实现任意斜率的升、降温控制，具有跳转（循环）、运行、暂停及停止等操作命令。
- (2) 测量精度：0.2 级
- (3) 51 段程序控制功能。
- (4) 掉电数据保存。

2. 仪表面板



- 1) 炉温显示 (PV)
- 2) 给定值显示 (SV)
- 3) 设置键 (确认件)
- 4) 数据移位键 (兼程序设置进入)
- 5) 数据减少键 (兼程序运行/暂停操作)
- 6) 数据增加键 (兼程序停止操作)
- 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。

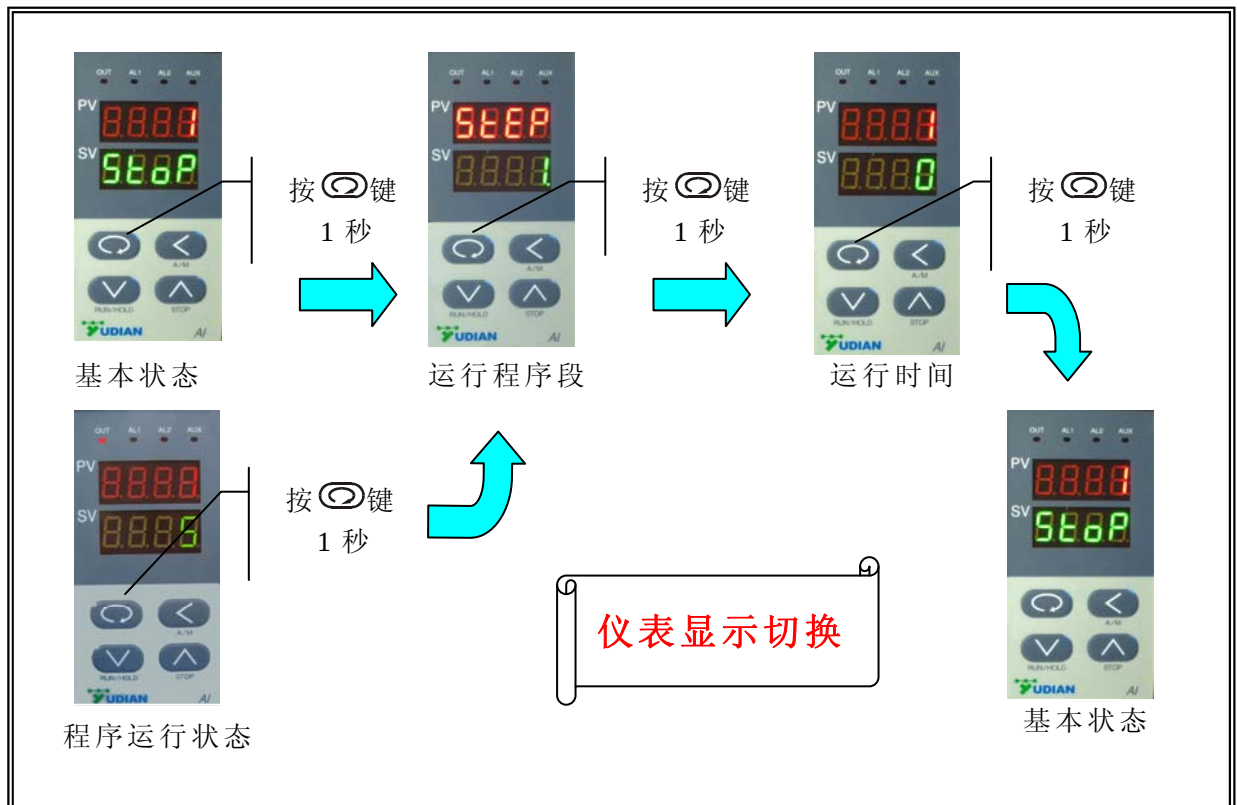
1. 开机状态：

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. 显示切换如下图所示：

- 1) 在**基本状态**或**程序运行状态**下，按 $\odot$ 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 $\odot$ 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 $\odot$ 键一秒返回**基本状态**。

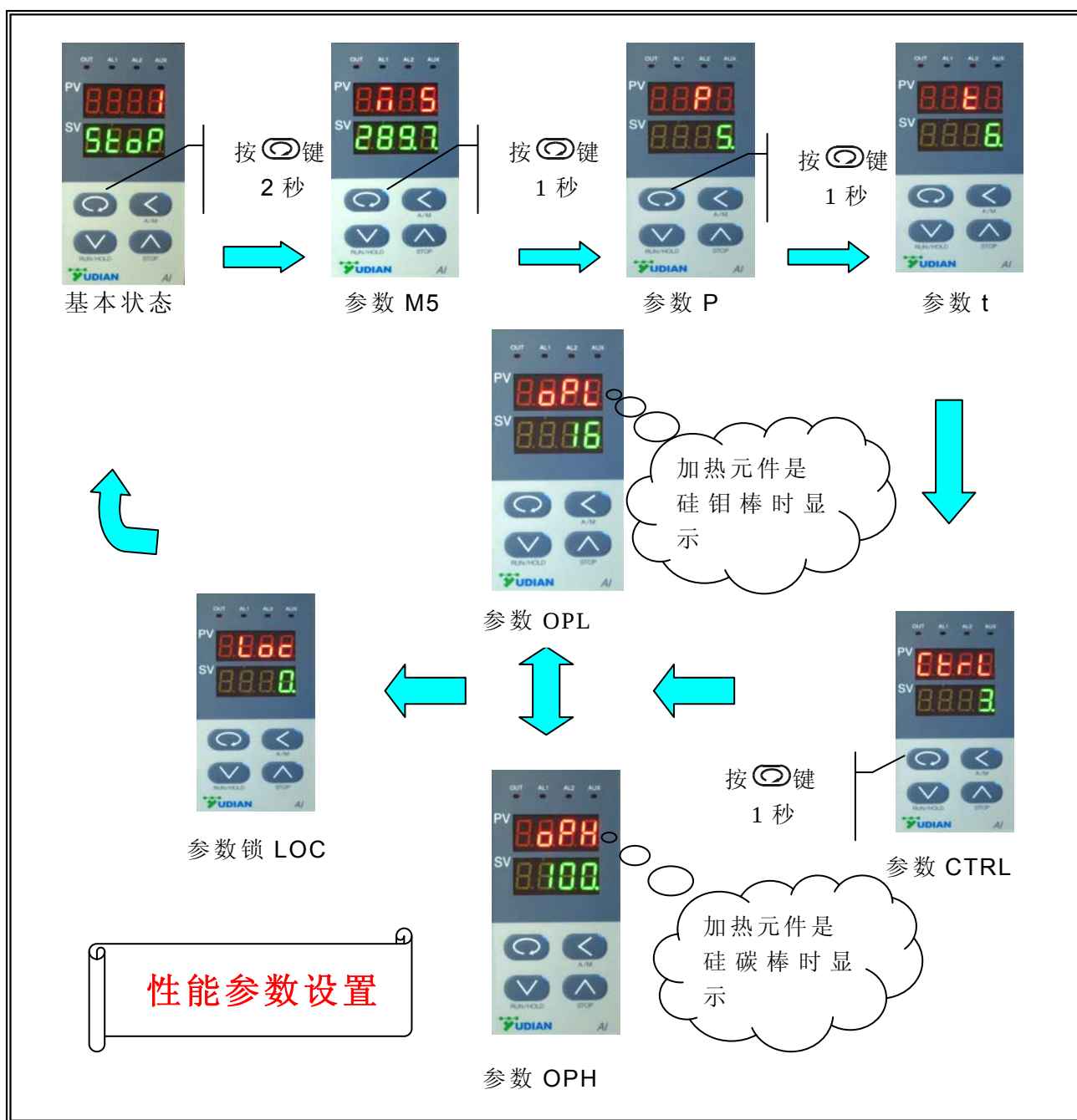


六、智能调节仪的性能参数切换

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所示：

- 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	℃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 $t \leq 1$ 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℃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）

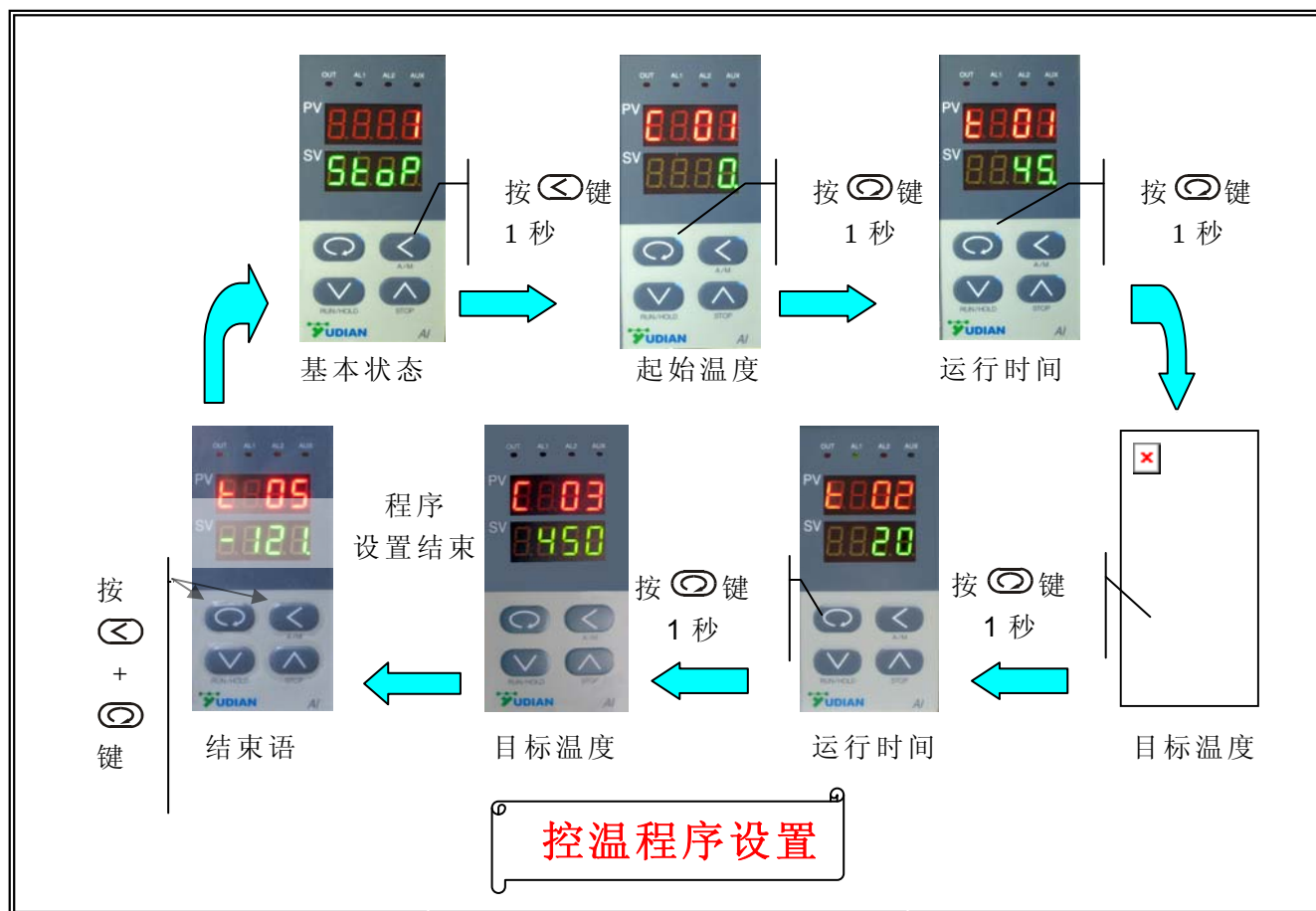
八、控温程序的设定

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  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    三键修改数据。
- ② 按  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**  该段的**运行时间**  **目标值**，该段目标值是下一

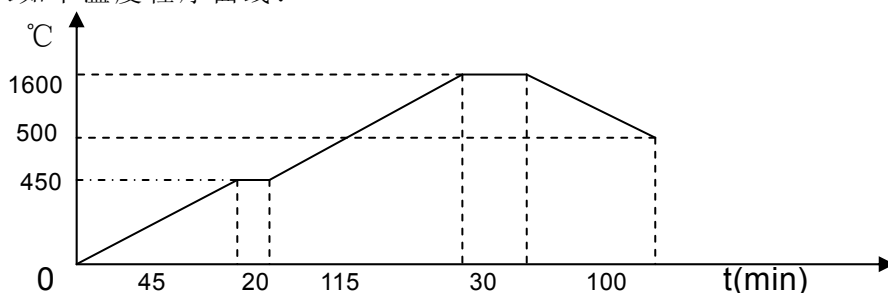
- 段的起始温度。（按 $\leftarrow$ $\rightarrow$ 三键修改数据）
- ③ 按 $\leftarrow$ 键约 2 秒，可返回设置上一参数。
- ④ 先按 $\leftarrow$ 键再按 $\rightarrow$ 键可退出控温程序设置状态。如果没有任何按键操作，约 30 秒钟后仪表会自动退出参数设置状态。



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	115	第三段运行时间

C 04	1600	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	1600	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 $\odot$ $\triangleleft$ $\triangle$ ∇ 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。

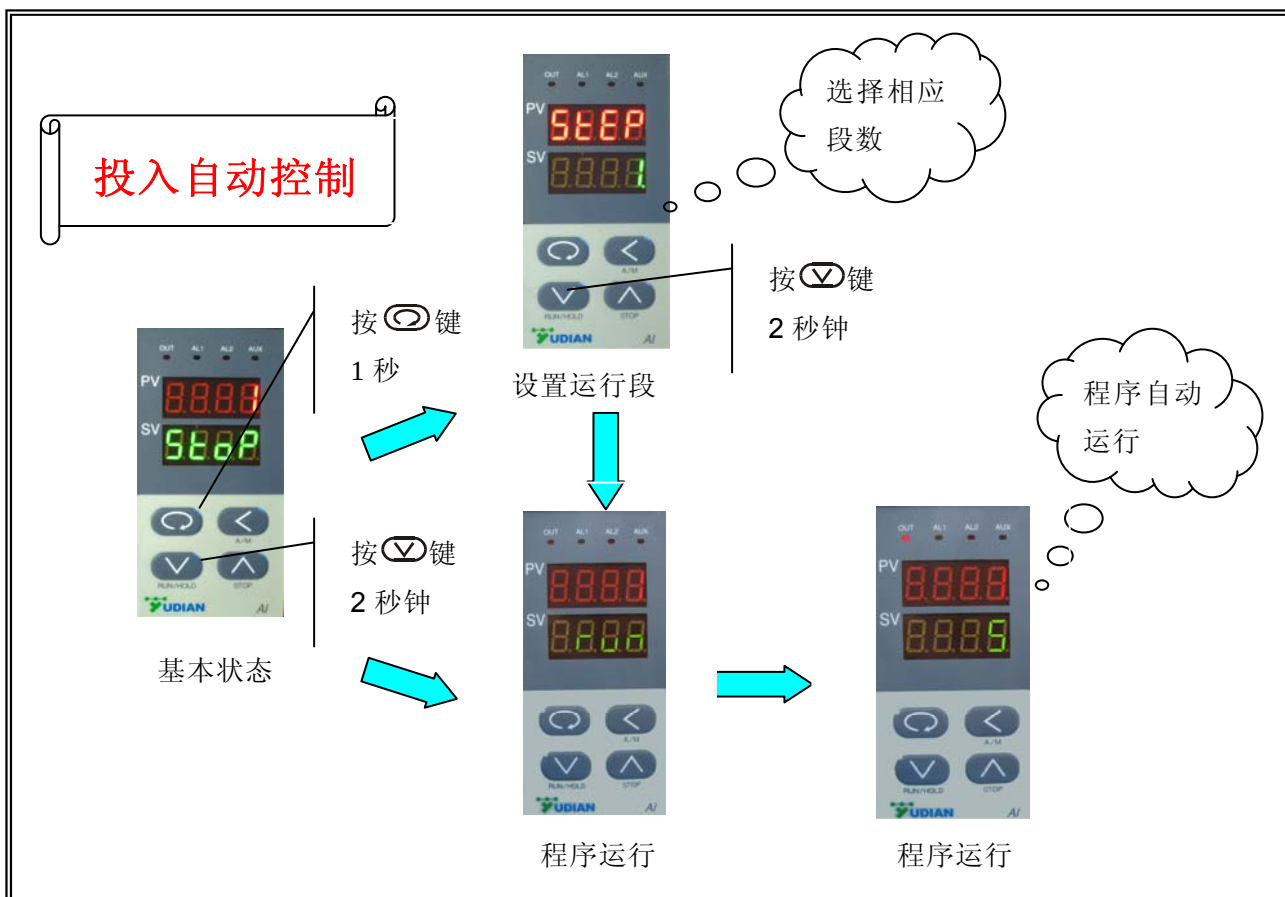
在运行控制过程中可进行控温程序的修改,以后按修改后的控温程序曲线控制运行。

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:

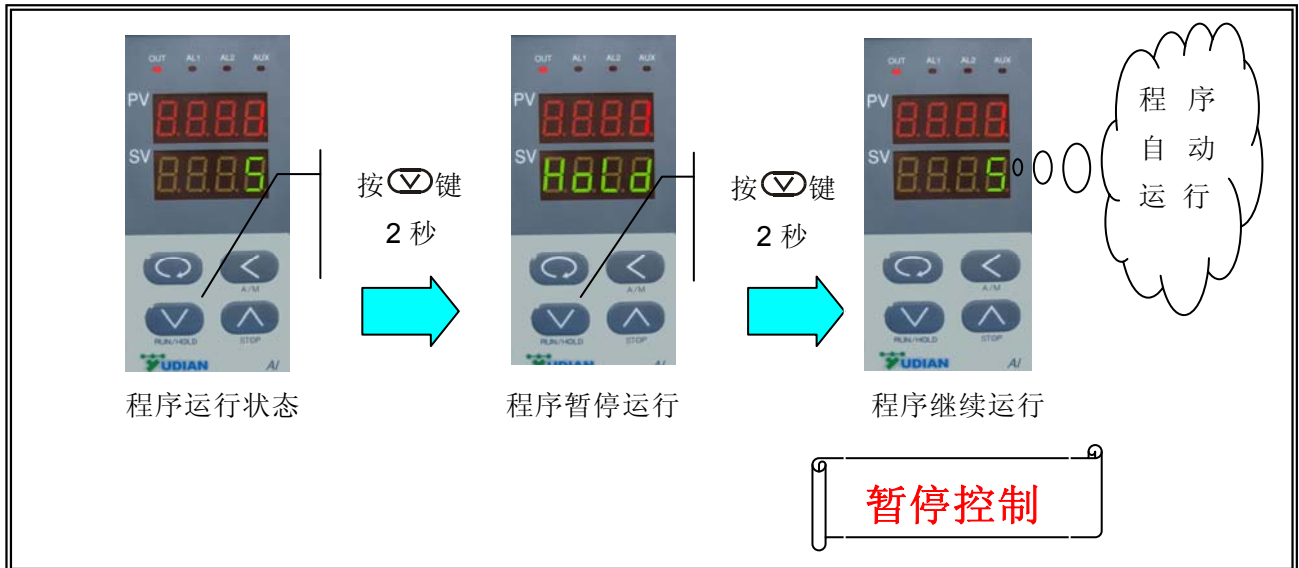
1. 若仪表原来只处于**基本状态**(程序处于停止状态,下显示器 SV 交替显示 'Stop'),按 $\odot$ 键 1 秒,进入运行**程序段状态**(PV'STEP'、SV'xx'段) 用户可以自己选择从第几段开始,通常程序运行段号'STEP'随着程序的执行自动增加或跳转,无需人为干涉。有时因特殊因素,在程序运行中有时希望从程序的某一段开始,或直接跳到某一段执行程序,可通过修改'STEP' 值来实现。再按 $\triangleleft$ 键+ $\odot$ 键返回基本状态。
2. 按 ∇ 键约 2 秒钟(下显示器 SV 显示'run') 仪表投入自动控制状态。



十、控温程序的暂停

暂停控制如下图所示：

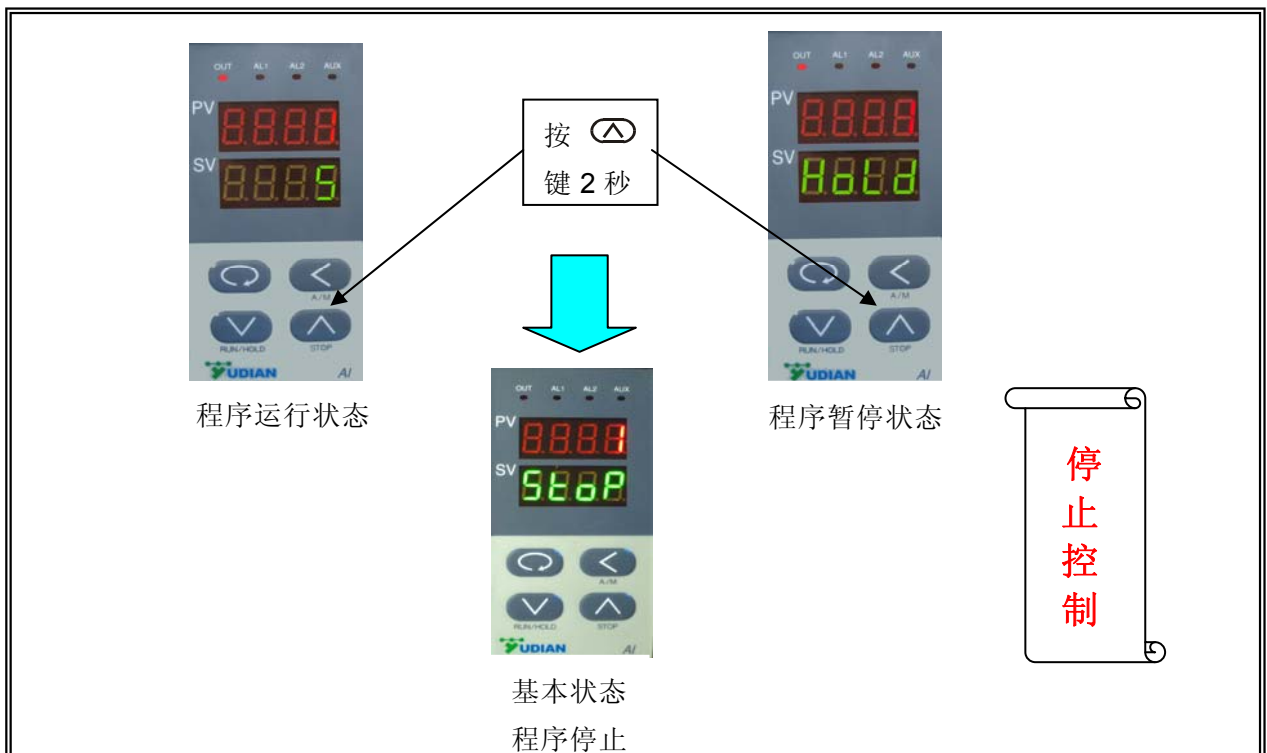
在**程序运行状态**中按 ∇ 键约 2 秒钟，仪表下显示器 SV 交替显示‘HoLd’符号则仪表进入**暂停状态**，暂停时仪表仍执行控制，并将温度控制在暂停时的给定值上，但控温时间停止增加。在暂停状态下按 ∇ 键 2 秒钟仪表下显示器 SV 显示‘run’符号，则仪表又重新运行。



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，仪表处与停止状态的**基本状态**，同时参数“STEP”被修改为“1”此时 PV 显示炉温 “xxxx℃”，SV 显示 “Stop”。



十二、M5、P、t 控制参数的调节

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 10℃/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，或最关心的温度值得 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  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℃ 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  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。

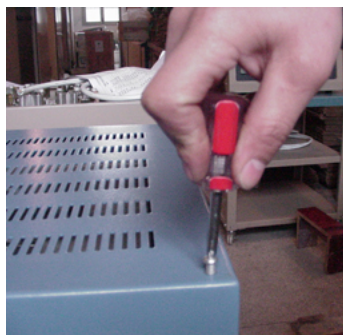
人工修改时，注意观察系统响应曲线，如果：

- 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

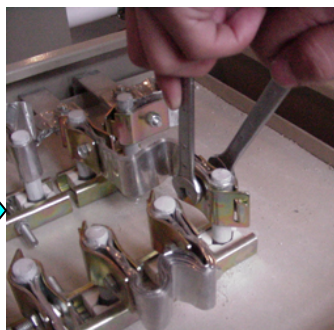
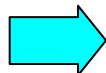
调试时可用逐试法，既将 M5、P、t 参数之一增加或减少 30%—50%，如果控制效果变好，则继续增加或减少该参数，否则往反方向调整，直到获得合格的调节质量为止。一般先修改 M5，如果无法满足要求再依次修改 P、t 参数，直到满足要求为止。

十三、加热元件的更换

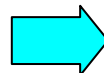
加热元件在使用过程中如遇损坏需更换时的更换方法以硅钼棒为例如图示：



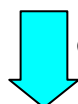
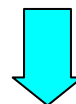
(1) 拧下上盖板四只螺丝，
打开炉体上盖板（有的炉体
上盖板是 $\phi 6$ 的内六角螺丝）



(2) 拧下需更换的硅
钼棒夹头螺丝



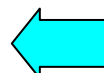
(3) 取下连
结铅箔



(6) 取出需要更
换的硅钼棒



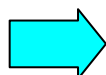
(5) 取出氧化铝塞



(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。

硅碳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增长情况，选补阻值适宜的元件，或整体更换。

十四、维护注意事项

1. 炉子首次使用或长时间不用后，要在 120℃左右烘烤 1 小时，在 300℃左右烘烤 2 小时后使用，以免造成炉膛开裂。炉温不得超过额定温度，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。
3. 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，污染炉膛。
4. 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。
5. 硅钼棒作为加热元件时不宜在 400-700℃温度段长时间运行，否则硅钼棒将发生低温氧化。
6. 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得数值。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。
7. 在工作过程中，一般在 200℃~300℃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（参见 P10 页）。
8. 采用 B 型高温双铂铑（30%-6%）热电偶，仪表在 0-600℃测量精度 0.5 级，在 600-1700℃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。
9. 本炉适用于下列工作条件：
 - （1）环境温度在-10~75℃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。
10. 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。

（加热元件属耗材，不属保修范围）
11. 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。

十五、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
绿色 Power 指示灯灭，红色 Circuit Open 指示灯亮。	主电路 FU2 保险丝断	检查有无短路排除后 更换保险丝
有电压，无电流。	加热元件断裂	找到断棒更换
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。

十六、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；

十七、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。

十八、KSL 系列高温炉规格型号

项目 \ 型号	A1		A1+	
	KSL—1700	KSL—1400	KSL—1700	KSL—1400
额定功率 KW	4	4	6.5	5
额定电压 V	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz
最高温度℃	1700	1400	1700	1400
额定温度℃	1650	1350	1650	1350
推荐升温速率℃/min	≤10	≤10	≤10	≤10
炉膛尺寸 (长×深×高) mm	150×150×150 (6×6×6 英寸)	150×150×150 (6×6×6 英寸)	150×300×150 (6×12×6 英寸)	150×300×150 (6×12×6 英寸)
外型尺寸 (长×深×高) mm	500×485×700	500×485×700	530×620×760	530×620×760
控温精度℃	±1	±1	±1	±1
加热元件	MoSi ₂	SiC	MoSi ₂	SiC
加热元件接法	串联	串并联	串联	串并联
重量 Kg	约 100	约 70	约 130	约 100
客户自配装空气开关	32A	32A	32A	32A

项目 \ 型号	A2		A2+	
	KSL—1600	KSL—1400	KSL—1600	KSL—1400
额定功率 KW	5.5	5	7.5	6
额定电压 V	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz
最高温度℃	1600	1400	1600	1400
额定温度℃	1550	1350	1550	1350
推荐升温速率℃/min	≤10	≤10	≤10	≤10
炉膛尺寸 (长×深×高) mm	200×200×200 (8×8×8 英寸)	200×200×200 (8×8×8 英寸)	200×300×200 (8×12×8 英寸)	200×300×200 (8×12×8 英寸)
外型尺寸 (长×深×高) mm	550×540×820	550×540×820	550×620×840	550×620×840
控温精度℃	±1	±1	±1	±1
加热元件	MoSi ₂	SiC	MoSi ₂	SiC
加热元件接法	串联	串并联	串联	串并联
重量 Kg	约 130	约 100	约 160	约 130
客户自配装空气开关	32A	32A	45A	45A

项目 \ 型号	A3		A4	
	KSL—1600	KSL—1400	KSL—1600	KSL—1400
额定功率 KW	9	6	15	10
额定电压 V	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz
最高温度℃	1600	1400	1600	1400
额定温度℃	1550	1350	1550	1350
推荐升温速率℃/min	≤10	≤10	≤10	≤10
炉膛尺寸 (长×深×高) mm	250×300×250 (10×12×10 英寸)	250×300×250 (10×12×10 英寸)	300×400×310 (12×16×12 英寸)	300×400×310 (12×16×12 英寸)
外型尺寸 (长×深×高) mm	600×620×890	600×620×890	650×760×1550	650×760×970
控温精度℃	±1	±1	±1	±1
加热元件	MoSi ₂	SiC	MoSi ₂	SiC
加热元件接法	串联	串并联	串联	串并联
重量 Kg	约 160	约 120	约 190	约 140
客户自配装空气开关	45A	45A	63A	63A

项目 \ 型号	A3 轨道炉			
	KSL—1600	KSL—1400		
额定功率 KW	5	4		
额定电压 V	AC220 50/60Hz	AC220 50/60Hz		
最高温度℃	1400	1400		
额定温度℃	1350	1350		
推荐升温速率℃/min	≤10	≤10		
炉膛尺寸 (长× 深× 高) mm	250×300×250 (10×12×10 英寸)	250×300×250 (10×12×10 英寸)		
外型尺寸 (长× 深× 高) mm	600×620×890	600×620×890		
控温精度℃	±1	±1		
加热元件	MoSi ₂	SiC		
加热元件接法	串联	串并联		
重量 Kg	约 160	约 120		
客户自配装空气开关	32A	32A		
轨道长度 mm	500	500		

型号 项目				
额定功率 KW				
额定电压 V				
最高温度℃				
额定温度℃				
推荐升温速率℃/min				
炉膛尺寸 (长× 深× 高) mm				
外型尺寸 (长× 深× 高) mm				
控温精度℃				
加热元件				
加热元件接法				
重量 Kg				
客户自配装空气开关				

型号 项目				
额定功率 KW				
额定电压 V				
最高温度℃				
额定温度℃				
推荐升温速率℃/min				
炉膛尺寸 (长× 深× 高) mm				
外型尺寸 (长× 深× 高) mm				
控温精度℃				
加热元件				
加热元件接法				
重量 Kg				
客户自配装空气开关				

装 箱 单

序号	名 称	单位	数量	备 注
1	KSL 系列箱式高温烧结炉	台	1	
2	KSL 系列箱式高温烧结炉 操作使用手册	本	1	
3	铂铑热电偶	支	1	
4	氧化铝垫块	块	1	
5	氧化铝门堵	块	1	
6	合 格 证	份	1	
7	运输防损加热元件	根	1	防备运输中 加热元件的损坏
8	石棉手套	对	1	
9				
10				

合 格 证 书

规格型号：

设备编号：

出厂日期：

该产品经检验合格，准予出厂。

质检部（签字）：

发货回执单

设备编号:

到货清单

序号	名 称	单位	数量	备 注
1	KSL 系列箱式高温烧结炉	台	1	
2	KSL 系列箱式高温烧结炉操作使用手册	本	1	
3	铂铑热电偶	副	1	
4	氧化铝垫块	块	1	
5	氧化铝门堵	块	1	
6	运输防损加热元件	根	2	防备运输中 加热元件的损坏
7				
8				
9				
10				

验收调试合格后，请您将回执单寄回（传真或交给售后服务人员）我公司，以便我们为您建立用户档案，并及时为您提供售后服务。

验收单位:

联系电话:

验 收 人:

年 月 日

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℃时为 $-2\mu\text{V}$ ，50℃时为 $3\mu\text{V}$ ），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℃，短期使用温度为 1800℃。铂铑 6 合金的熔点为 1820℃，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℃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℃	10℃	20℃	30℃	40℃	50℃	60℃	70℃	80℃	90℃
		-0.002	-0.003	-0.002	0	0.002	0.006	0.011	0.017	0.025
100℃	0.033	0.043	0.0053	0.065	0.078	0.092	0.107	0.123	0.14	0.159
200℃	0.178	0.199	0.22	0.243	0.266	0.291	0.317	0.344	0.372	0.401
300℃	0.431	0.462	0.494	0.527	0.561	0.596	0.632	0.669	0.707	0.746
400℃	0.786	0.827	0.87	0.913	0.975	1.002	1.048	1.095	1.143	1.192
500℃	1.241	1.292	1.344	1.397	1.45	1.505	1.56	1.617	1.674	1.732
600℃	1.791	1.851	1.912	1.974	2.036	2.1	2.164	2.23	2.296	2.363
700℃	2.43	2.499	2.569	2.639	2.71	2.782	2.855	2.928	3.003	3.078
800℃	3.154	3.231	3.308	3.387	3.466	3.546	3.626	3.708	3.79	3.873
900℃	3.957	4.041	4.126	4.212	4.298	4.386	4.474	4.562	4.652	4.742
1000℃	4.833	4.924	5.016	5.109	5.202	5.297	5.391	5.487	5.583	5.68
1100℃	5.777	5.875	5.973	6.073	6.172	6.273	6.374	6.475	6.577	6.68
1200℃	6.783	6.887	6.991	7.096	7.202	7.308	7.414	7.521	7.628	7.736
1300℃	7.845	7.953	8.063	8.192	8.283	8.393	8.504	8.616	8.727	8.839
1400℃	8.952	9.065	9.178	9.291	9.405	9.519	9.634	9.748	9.863	9.979
1500℃	10.094	10.21	10.325	10.441	10.558	10.674	10.79	10.907	11.024	11.141
1600℃	11.257	11.374	11.491	11.608	11.725	11.842	11.959	12.076	12.193	12.31
1700℃	12.426	12.543	12.659	12.776	12.892	13.008	13.124	13.239	13.354	13.47
1800℃	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．镍铬—镍硅（镍铝）热电偶的常识

该种热电偶的正极为含铬 10%的镍铬合金（KP），负极为含硅 3%的镍硅合金（KN）。它的负极亲磁，依据此特性，用磁铁可以很方便地鉴别出热电偶的正负极。它的特点是，使用温度范围宽，高温下性能稳定，热电动势与温度的关系近似线性，价格便宜，因此，它是目前用量最大的一种热电偶。K 型热电偶适于在氧化性及惰性气氛中连续使用。短期使用温度为 1200℃，长期使用温度为 1000℃。

我国已经基本上用镍铬—镍硅热电偶取代了镍铬—镍铝热电偶。国外仍然使用镍铬—镍铝热电偶。两种热电偶的化学成分虽然不同，但其热电特性相同，使用同一分度表。

K 型热电偶是抗氧化性较强的贱金属热电偶。不适宜在真空、含碳、含硫气氛及氧化与还原交替的气氛下裸丝使用。当氧分压较低时，镍铬极中的铬将则优氧化（也称绿蚀），使热电动势发生很大变化。但金属气体对其影响较小。因此，多采用金属制热电偶保护管。

K 型热电偶有以下缺点：

1、热电动势的高温稳定性较贵金属热电偶差。在较高温度下，往往因氧化而损坏。在氧化性气氛中，直径 3.2mm 的 K 型热电偶，在 1100℃，1200℃下经 650h 左右，均超过 0.75 级允许误差；

2、在 250~550℃ 范围内短期热循环稳定性不好，即使在同一温度点上，在升降温过程中其热电动势值也不一样，其差值可达 2~5℃。

3、K 型热电偶的负极，在 150~200℃ 范围内要发生磁性转变，致使在室温至 230℃ 范围内，分度值往往偏离分度表，尤其在磁场中使用时，长出现与时间无关的热电动势干扰。

4、长期处于高通量中子流辐照的环境下，由于负极中的 Mn，Co 等元素发生蜕变，使其稳定性欠佳，导致热电动势发生较大变化。

K 型热电偶的分度号以前为 EU-2，现为 K。

K 型热电偶丝推荐使用温度范围：

直 径 (mm)	长期使用最高温度 (℃)	短期使用最高温度 (℃)
0.3	700	800
0.5	800	900
0.8 1.0	900	1000
1.2 1.5	1000	1100
2.0 2.5	1100	1200
3.2	1200	1300

镍铬-镍硅（镍铬-镍铝）热电偶分度表（分度号：K）

（参考端温度为 0 摄氏度）摄氏度 热电动势 mv

	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	0. 0	0.397	0.798	1.203	1.611	2.022	2.436	2.85	3.266	3.681
100	4.059	4.508	4.919	5.327	5.733	6.137	6.539	6.939	7.388	7.737
200	8.137	8.537	8.938	9.341	9.745	10.151	10.56	10.969	11.381	11.739
300	12.207	12.623	13.039	13.456	13.874	14.292	14.712	15.132	15.552	15.974
400	16.395	16.828	17.241	17.664	18.088	18.513	18.938	19.363	19.788	20.244
500	20.64	21.066	21.493	21.919	22.346	22.772	23.198	23.624	24.05	24.476
600	24.902	25.327	25.751	26.176	26.599	27.022	27.445	27.867	28.288	29.709
700	29.128	29.547	29.965	30.383	30.799	31.214	31.629	32.042	32.455	32.866
800	33.277	33.686	34.095	34.502	34.909	35.314	35.718	36.121	36.524	36.925
900	37.325	37.724	38.122	38.519	38.915	39.31	39.703	40.096	40.488	40.789
1000	41.269	41.657	42.045	42.432	42.817	43.202	43.585	43.968	44.349	44.729
1100	45.108	45.486	45.863	46.238	46.612	46.985	47.356	47.726	48.095	48.462
1200	48.828	49.192	49.555	49.916	50.276	50.633	50.99	51.344	51.697	52.049
1300	52.398	52.747	53.093	53.439	53.782	54.466	54.466	54.807	——	——

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℃，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℃石英（SiO₂）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℃时，加热元件上的 SiO₂ 保护层熔融，由于表面张力的作用，SiO₂ 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，SiO₂ 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℃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。

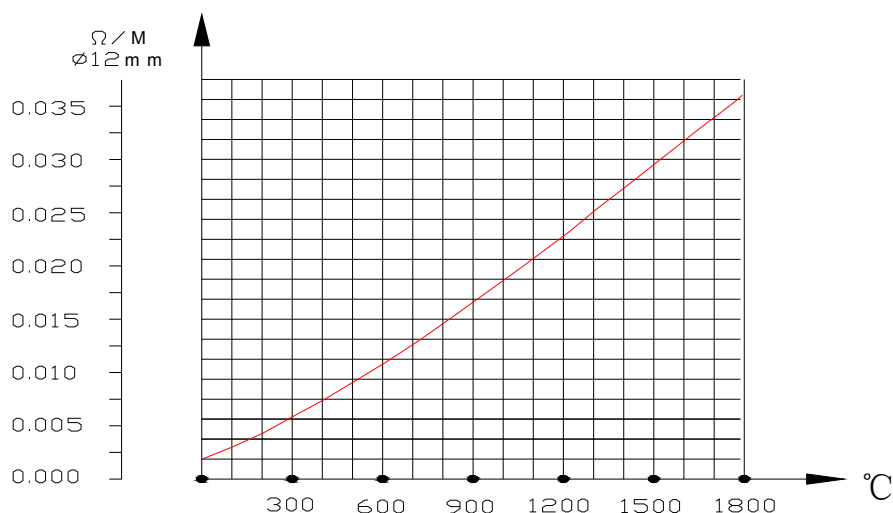
一. 硅钼棒（MoSi₂）的性能

1. 再结晶温度 1800℃
2. 常温时：硬度高，脆性大，耐高温
3. 高温状态形变，垂直平安装较普遍
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 N₂、CO₂、O₂、空气中使用，温度应小于 1700℃
- B. 在 He、Ar、Ne 中使用，温度应小于 1650℃
- C. 在 SO₂ 中使用，温度应小于 1600℃
- D. 在 CO、N₂ 中，温度应小于 1500℃
- E. 在湿 H₂ 中，温度应小于 1400℃，在干 H₂ 中，温度应小于 1350℃

二. 硅钼棒（MoSi₂）的电阻温度特性曲线



硅钼棒电阻— 温度特性曲线

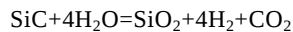
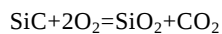
二硅化钼电热组件的电阻率随着温度的升高而迅速增加。在正常操作情况下，组件电阻一般不随使用时间的长短而变化。因此，新旧组件可以混合使用。

五. 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

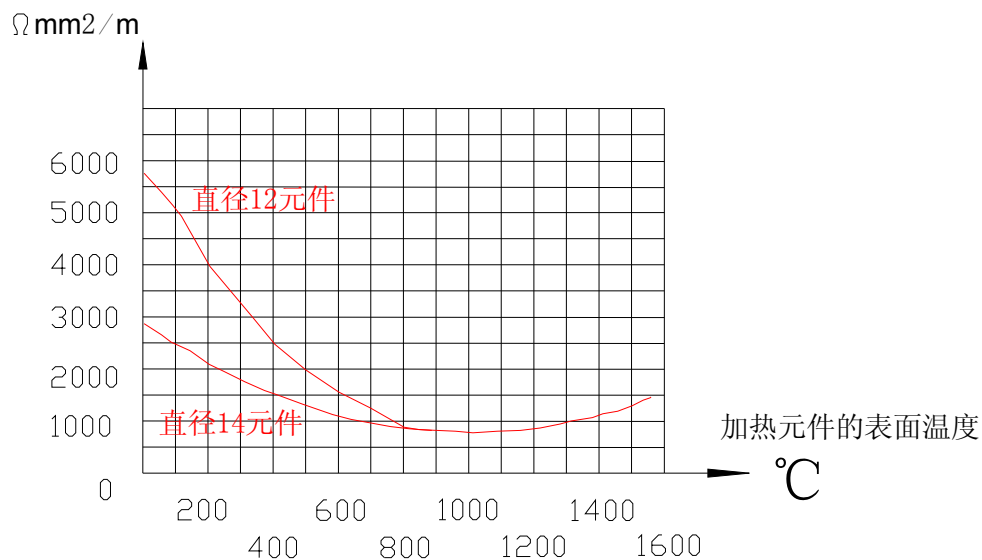
该元件质地硬而脆,膨胀系数小、能耐急冷急热,不易变形,有良好的化学稳定性,抗酸能力极强,与强酸不反应,抗碱能力较差,在高温下能腐蚀分解棒体。氯气能使元件分解，氢氮气有不同程度的侵蚀作用。如果在空气和水蒸气中长期使用，元件会缓慢老化，二氧化硅含量增多,电阻值增长,发生如下反应:



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,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。