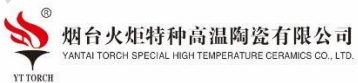




烟台火炬二硅化钼电热元件 使用手册



地址: 山东省烟台市莱山区秀林路9号
电话: 0535 - 6891306
传真: 0535 - 6891307
网址: <http://www.torch-mosi.com>



火炬特种高温陶瓷英文二维码



火炬特种高温陶瓷中文二维码

烟台火炬特种高温陶瓷有限公司
YANTAI TORCH SPECIAL HIGH TEMPERATURE CERAMICS CO., LTD



烟台火炬特种高温陶瓷有限公司
YANTAI TORCH SPECIAL HIGH TEMPERATURE CERAMICS CO., LTD.

公司简介

烟台火炬特种高温陶瓷有限公司是作为深耕二硅化钼系列产品研发生产领域的专业企业，持续以技术创新驱动发展。公司应用新材料合成领域先进成熟的工艺技术，生产的硅化钼系列产品，各项性能指标达到行业领先水平，满足多样化工业需求

“传承科技、奉献卓越”是我们一贯秉承的企业宗旨，我们发扬“敢争人先、一往无前”的企业精神，以先进的技术、精良的设备、科学的管理向广大中外客户提供优质的产品和完美的服务，努力成为世界新材料领域内可信赖的供应商。



目录

1、二硅化钼材料简介.....	01
2、烟台火炬二硅化钼产品介绍.....	02
3、烟台火炬二硅化钼电热元件性能.....	09
4、二硅化钼电热元件安装注意事项.....	12
5、二硅化钼电热元件使用注意事项.....	17
6、二硅化钼电热元件电气技术手册.....	19
7、烟台火炬二硅化钼电热元件电学参数.....	28
8、二硅化钼电热元件夹具概况.....	49



一、二硅化钼材料简介

二硅化钼于1906年被发现，硅和钼在不同条件下，可形成硅化三钼 (Mo_3Si)、三硅化五钼 (Mo_5Si_3) 和二硅化钼 (MoSi_2)。其中二硅化钼在高温下表面能形成二氧化硅保护层以阻止进一步氧化，具有很好的高温抗氧化性，还具有优良的导电性，其熔点是2030℃，密度6.3g/cm³，各种高温性能优良，被认为是一种极具潜力的超高温结构材料。

二硅化钼是一种钼、硅化合物，由于两种原子的半径相差不大，电负性比较接近，所以其具有近似于金属与陶瓷的性质。在低温阶段二硅化钼材料强度较高但是脆性较大（类似于陶瓷），温度达到1000℃以上其又具有金属般的软塑性。

二硅化钼的早期应用主要作为金属基体表面耐高温抗腐蚀的涂层保护材料，首先应用于燃气轮机零部件、喷气发动机燃烧室及导弹燃烧室的涂层。目前，二硅化钼材料最主要的应用是：高温电热元件、玻璃池窑鼓泡管、热电偶保护管及耐高温抗氧化粉体等。



二、烟台火炬二硅化钼系列产品介绍

1.烟台火炬二硅化钼电热元件分类

种类	产品序列	判别标准(空气环境)	产品特点	应用范围
发热体	TC1700	元件温度 1700℃	元件保护膜致密优良；普通二硅化钼产品，适用于低温电炉；尤其适用于特殊气氛电炉；	Al_2O_3 , SiO_2 等材料烧结
	TC1800	元件温度 1800℃	元件保护膜致密优良；产品密度、耐温性能较TC1700型产品大幅提高；使用炉温 1650℃ 以内；	高纯度 Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , Y_2O_3 , ITO 材料烧结
	MR1800		元件保护膜致密优良；相对TC1800产品高温强度略高；使用炉温 1700℃ 以内。	
	TC1850	元件温度 1850℃	产品致密度高，纯度高；耐温程度提高，能承受大的表面负荷；	MgO , Y_2O_3 , ZrO_2 齿科材料烧结
	TC1900	元件温度 1850℃	产品致密度高，纯度高；高温强度高；保护膜很薄，性能优良；能承受大的表面负荷；	对电热元件高温强度和保护膜有特殊需求的高温电炉

2.烟台火炬专用发热体介绍

产品名称	主要特点	应用	最高使用温度
特殊气氛专用发热体	1. 元件保护膜致密完整，能很好的抵抗特殊气氛的侵蚀； 2. 保护膜在氧化环境、高温条件下具有很强的再生能力。	非氧化气氛电炉	元件温度 1700℃

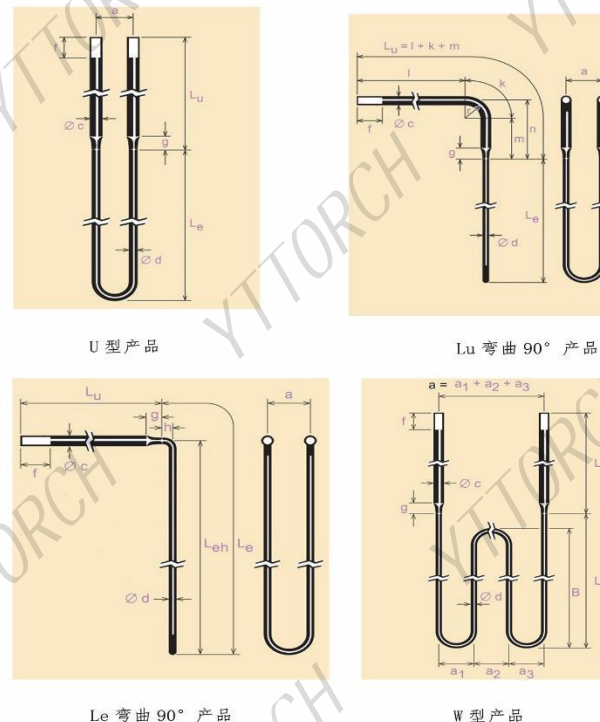
烤瓷牙 专用发热体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 发热体纯度高，最大限度地减少了杂质含量； 2. 产品高温强度高，可以在高温环境承受更高的表面负荷； 3. 能适应使用频繁、快速升降温的电炉； 4. 发热体保护膜薄而致密，很大程度避免使用过程中保护膜脱落。 	齿科电炉等对发热元件要求较高的精密电炉； 升降温速度快、使用频繁、烧结周期短的电炉	元件温度 1850℃ (空气环境)
半导体 专用发热体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 精密加工制成，具有很高的发热功率，能为电炉提供均匀的热场； 2. 可根据顾客使用要求，制作出相应形状。使用中维持一定的性能不变，使用寿命长； 3. 比起金属丝，可承受较高的表面负荷和急速升温制度（速冷，快速升温）； 4. 从小型到大型的晶圆，各式各样的尺寸，都可应对，可多种应用。 5. 高温使用可确保相应设备的清洁性。 	半导体晶圆用电炉； 圆筒形电炉；	元件温度 1700℃ (空气环境)
ITO 专用发热体	<ol style="list-style-type: none"> 1. 专为 ITO 电炉设计，可承受较高的表面负荷； 2. 产品纯度高，杂质含量大幅度降低，保证电炉环境洁净； 3. 通过特殊处理，改善了发热体保护膜与基体表面的结合状态，发热体在使用时保护膜不易脱落； 4. 发热体保护膜与元件基体表面结合状态很好，非常适用于高氧化性气体氛围电炉； 5. 高温强度高，变形机率低。 	ITO 靶材烧结电炉	元件温度 1800℃ (空气环境)

3.烟台火炬二硅化钼电热元件可加工规格

产品标准规格		TC1700	1800		TC1850	TC1900
热端直径-mm	冷端直径-mm		TC1800	MR1800		
3	6	√	√	√	√	√
4	9	√	√	√	√	√
6	12	√	√	√	√	√
9	18	√	√	√	√	×
12	24	√	√	×	×	×

● 注：以上种类为标准种类产品，如需特殊直径（例如：热端直径5mm或7mm）或特殊规格（例如：热端直径6mm冷端直径9mm等），具体情况可以协商。

4.烟台火炬二硅化钼电热元件标注方式及加工标准



部分参数加工标准：

元件规格	d-mm	C-mm	a-mm		g-mm	f-mm	h-mm	n-mm	
			标准	最小				标准	最小
3/6	3	6	25	10	15	30	10	40	35
4/9	4	9	25	18	20	30	10	50	45
6/12	6	12	50	25	25	45	15	90	60
9/18	9	18	60	40	32	75	20	135	80
12/24	12	24	80	45	40	100	35	150	120



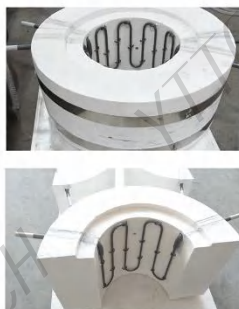
5.烟台火炬耐火纤维模块系列产品及异形二硅化钼产品

火炬耐火纤维模块系列产品，发热体采用火炬高品质 MoSi₂ 材料，加工成螺旋 (YTMU)、连续 U 型弧形 (YTHC) 和平面连续 U 型产品安装在真空成型的耐火纤维材料上。用户可以根据加热产品的需求选择合适的模块，也可以根据特定需求定制合适的模块产品。



5.1火炬耐火纤维模块系列产品具有以下特点:

- 可以实现氧化气氛高炉温 1550℃;
- 可以实现快速升温;
- 发热体分布均匀提供高质量均匀热场;
- 模块安装简单, 可以灵活组装使用;
- 可以根据电炉需求定制各种形状;



5.2火炬耐火纤维模块系列产品使用领域:

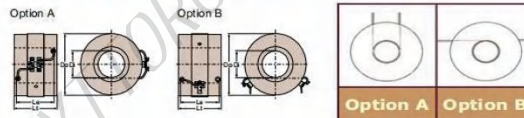
金属制品热处理及加工、玻璃行业 (给料、熔炼环节)、陶瓷行业、电子行业 (单晶炉、扩散炉、ITO 烧结) 等。

5.3火炬耐火纤维模块系列产品类型:

可以根据炉型及烧结物定制不同形状和功率的模块, 可以通过调整发热体形状、直径等参数来满足热场及功率等需求。



5.3.1火炬耐火纤维模块系列产品-YTMU



YTMU-3/6元件, 元件温度1500度, 炉温1400度, 表面负荷8.2w/cm ² , 电流42A											
型号	模块类型	耐材尺寸			炉膛有效直径/mm	发热体电学参数			发热体外形数据		
		耐材高度/mm	耐材内径/mm	耐材外径/mm		电压-V	电阻-Ω	功率-W	圈数	螺距/mm	冷端间距/mm
YTMU40	A	250	40	240	30	34.5	0.821	1450	13.5	15	203
	35.7					0.850	1500	14	15	210	
YTMU60	A	250	60	260	50	50.1	1.192	2100	13.5	15	203
	51.9					1.235	2180	14	15	210	
YTMU80	A	250	80	280	70	65.7	1.563	2760	13.5	15	203
	68.1					1.620	2860	14	15	210	
YTMU100	A	250	100	300	90	81.3	1.935	3410	13.5	15	203
	84.2					2.005	3540	14	15	210	
YTMU125	A	250	125	325	115	100.7	2.399	4230	13.5	15	203
	104.4					2.487	4390	14	15	210	
YTMU150	A	250	150	350	140	120.2	2.863	5050	13.5	15	203
	124.7					2.968	5240	14	15	210	
YTMU200	A	250	200	400	190	159.2	3.791	6690	13.5	15	203
	165.1					3.930	6930	14	15	210	

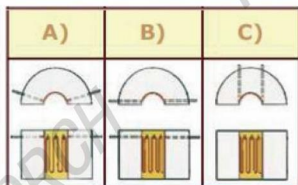
注: 尺寸可以根据用户需求定制; 发热体可以选择 TC1700 型、TC1800 型或 MR1800 型。

YTMU-3/6元件, 元件温度1600度, 炉温1500度, 表面负荷9.4w/cm ² , 电流43A											
型号	模块类型	耐材尺寸			炉膛有效直径/mm	发热体电学参数			发热体外形数据		
		耐材高度/mm	耐材内径/mm	耐材外径/mm		电压-V	电阻-Ω	功率-W	圈数	螺距/mm	冷端间距/mm
YTMU40	A	250	40	240	30	38.5	0.895	1650	13.5	15	203
	39.9					0.927	1710	14	15	210	
YTMU60	A	250	60	260	50	55.9	1.301	2410	13.5	15	203
	58.0					1.348	2490	14	15	210	
YTMU80	A	250	80	280	70	73.4	1.707	3160	13.5	15	203
	76.1					1.769	3270	14	15	210	
YTMU100	A	250	100	300	90	90.8	2.113	3910	13.5	15	203
	94.2					2.190	4050	14	15	210	
YTMU125	A	250	125	325	115	112.7	2.620	4840	13.5	15	203
	116.8					2.716	5020	14	15	210	
YTMU150	A	250	150	350	140	134.5	3.128	5780	13.5	15	203
	139.4					3.243	5990	14	15	210	
YTMU200	A	250	200	400	190	178.1	4.143	7660	13.5	15	203
	184.7					4.295	7940	14	15	210	

注: 尺寸可以根据用户需求定制; 发热体选择 MR1800 型。

需要大功率产品可以选择 4/9、6/12 加热元件。

5.3.2 火炬耐火纤维模块系列产品-YTHC



YTHC-3/6元件, 元件温度1500度, 炉温1400度, 表面负荷8.2w/cm ² ; 电流42A										
型号	模块类型	耐材尺寸			炉膛有效直径/mm	发热体电学参数			发热体外形数据	
		耐材高度/mm	耐材内径/mm	耐材外径/mm		电压-V	电阻-Ω	功率-W	U型总数量	发热体高度/mm
YTHC100	A/B/C	200	100	300	85	22.4	0.533	940	7	150
YTHC150	A/B/C	200	150	350	135	34.0	0.809	1427	11	150
YTHC200	A/B/C	200	200	400	185	45.6	1.086	1916	15	150
YTHC250	A/B/C	200	250	450	235	57.4	1.366	2409	19	150
YTHC300	A/B/C	200	300	500	285	68.9	1.641	2895	23	150
YTHC400	A/B/C	200	400	600	385	86.8	2.066	3644	29	150

注: 尺寸可以根据用户需求定制; 发热体选择 TC1700 型、TC1800 型或 3R1800 型。

YTHC-3/6元件, 元件温度1600度, 炉温1500度, 表面负荷9.4w/cm ² ; 电流43A										
型号	模块类型	耐材尺寸			炉膛有效直径/mm	发热体电学参数			发热体外形数据	
		耐材高度/mm	耐材内径/mm	耐材外径/mm		电压-V	电阻-Ω	功率-W	U型总数量	发热体高度/mm
YTHC100	A/B/C	200	100	300	85	26.5	0.607	1072	7	150
YTHC150	A/B/C	200	150	350	135	38.8	0.924	1629	11	150
YTHC200	A/B/C	200	200	400	185	52.2	1.242	2191	15	150
YTHC250	A/B/C	200	250	450	235	65.6	1.562	2756	19	150
YTHC300	A/B/C	200	300	500	285	78.9	1.878	3313	23	150
YTHC400	A/B/C	200	400	600	385	99.3	2.365	4172	29	150

注: 尺寸可以根据用户需求定制; 发热体选择 3R1800 型。

需要大功率产品可以选择 4/9、6/12、9/18、12/24 加热元件。

5.3.3 火炬耐火纤维模块系列产品-平面产品



该类型模块可以根据功率需求定制 3/6、4/9、6/12、9/18、12/24 的加热元件。

5.3.4 半导体行业扩散炉（氧化炉）用二硅化钼异形电热元件

半导体晶圆立式扩散炉（氧化炉）用二硅化钼异形电热元件具有室温强度高、韧性好，安装运输不易断裂，使用寿命长，温度均匀性好，升温速度快等一系列优点。该类发热元件生产型号主要有：VOS-40-017、VOS-56-002、VOS-56-003、VOS-56-101（P）等，火炬先进的生产工艺及设备，保证了发热体的稳定性和均一性，该系列发热体得到了用户的广泛认可和好评。



6. 烟台火炬鼓泡管分类

二硅化钼材质鼓泡管抗热震性好，耐高温抗氧化，在玻璃熔液中不易被侵蚀，并且不污染玻璃溶液，是玻璃池窑澄清阶段鼓泡用的理想选择。

烟台火炬鼓泡管常规型号如下：

孔径-mm	外径-mm	内孔数量-个
3	12	1
1		4
2		2
3	14	1
1		4
1	16	5
5		10
8		14

注：孔径 5mm 以上的可以加工成热电偶保护管。



产品规格书写格式：TCG17-03×Ø12×800（3-孔径；12-外径；800-长度）
TCG17-01×4×Ø14×800（1-孔径；4-孔数量；14-外径；800-长度）
喷铝长度默认45mm，用户有特殊需求，按照用户要求加工。



7. 烟台火炬二硅化钼粉体

二硅化钼粉体主要应用于耐高温抗氧化涂层，还可以与其他材料复合改善性能。

二硅化钼粉体的技术参数：

粉体 纯度	粒度		主相	次相	主要杂质成分			
	D50	D90			Fe	Al	Ca	O
≥99%	<5.0 μm	<15 μm	MoSi ₂	Mo ₅ S ₁₃	<0.1%	0.01%	0.011%	0.2%

三、烟台火炬二硅化钼电热元件性能

1. 烟台火炬二硅化钼产品物理性能

产品类型	密度-g/cm ³	室温弯曲 强度-MPa	硬度-GPa	压缩强度-MPa	吸水率-%	热伸长 率-%
TC1700	5.8±0.1	450	11	>1500	≤0.2%	4
TC1800	6.0±0.1	500	12	>1500	≤0.2%	4
MR1800	5.9±0.1	430	11.5	>1500	≤0.2%	4
TC1850	6.6±0.1	460	11	>1500	≤0.2%	4
TC1900	7.0±0.1	360	10.5	>1500	≤0.2%	4

2. 烟台火炬二硅化钼产品电阻率随温度变化关系

二硅化钼电热元件是一种金属陶瓷电阻元件，其电阻率随温度的升高而急剧增大。这意味着，当元件连接到恒定电压时，在较低温度下的功率会更高，并随着温度的升高而逐渐降低，从而缩短了电炉达到工作温度的时间。此外，随着元件功率的降低，元件自身过热的危险也会降低。

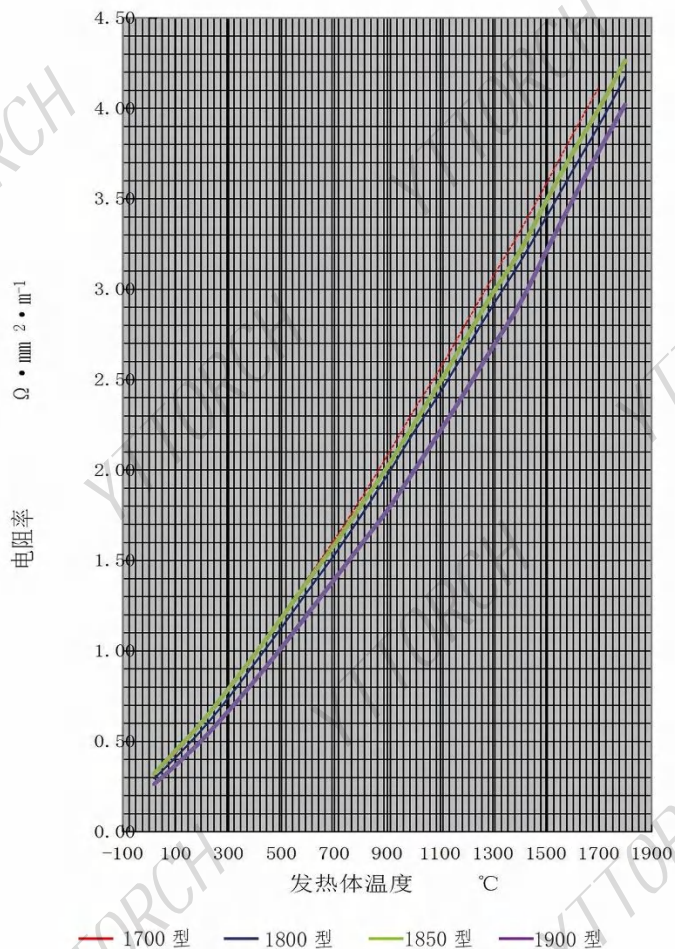


基于二硅化钼电热元件的材料特性，在设计控制系统时需要特别注意。
(1) 20℃下的元件电阻比1500℃下的相同元件电阻低11倍。因此，如果启动时施加全电压，11倍额定电流的峰值电流将流过元件。这将导致快熔熔断或晶闸管故障。
(2) 二硅化钼在低温下易碎（脆性），这意味着过大的电流可能导致电磁力大到足以使元件发生断裂。

二硅化钼电热元件的电阻率随温度变化数据及曲线如下表（图）：

温度℃	1700型电阻率 Ω·mm ² /m	1800型电阻率 Ω·mm ² /m	1850型电阻率 Ω·mm ² /m	1900型电阻率 Ω·mm ² /m
20	0.306	0.286	0.321	0.263
100	0.448	0.398	0.447	0.366
200	0.622	0.550	0.605	0.506
300	0.816	0.724	0.789	0.666
400	1.020	0.907	0.980	0.835
500	1.224	1.102	1.179	1.015
600	1.418	1.306	1.384	1.203
700	1.632	1.509	1.584	1.393
800	1.846	1.714	1.800	1.584
900	2.071	1.918	2.014	1.774
1000	2.285	2.142	2.249	1.990
1100	2.499	2.366	2.484	2.212
1200	2.734	2.601	2.731	2.442
1300	2.968	2.836	2.978	2.680
1400	3.223	3.050	3.203	2.913
1500	3.488	3.315	3.481	3.202
1600	3.743	3.570	3.749	3.488
1700	4.029	3.805	3.995	3.759
1800		4.060	4.263	4.019

电阻率随温度变化曲线



3.烟台火炬二硅化钼电热元件不同使用环境最高使用温度

气氛	Atmosphere	1700型	1800型	1850型	1900型
空气	Air	1700	1800	1830	1850
N ₂	Nitrogen	1600	1700	1700	1700
He	Ar Ne Argon, Helium	1600	1700	1700	1700
干H ₂ (露点) -80°C	Dry Hydrogen (dew point)	1150	1150	1150	1150
湿H ₂ (露点) 20°C	wet Hydrogen (dew point)	1450	1450	1450	1450
混合气体 (e.g. 10%CO ₂ , 5%CO, 15%H ₂)		1600	1700	1700	1700
混合气体 (e.g. 40%H ₂ , 20%CO)		1400	1450	1450	1450
裂解和部分燃烧的氨 (8%H ₂)	Cracked and partially burnt ammonia	1400	1450	1450	1450

四、烟台火炬二硅化钼电热元件安装注意事项

二硅化钼电热元件属于金属陶瓷材料，其在室温状态类似陶瓷有很大的脆性，耐冲击强度较低，因此在运输与安装过程中要小心，以防损坏；其高温时有一定软塑性，所以U型元件在一般情况下用于电炉时多为垂直悬挂，通过固定夹具将元件垂直悬挂于炉顶上，这样安装的目的就是避免将机械应力加到电热元件上，否则可能引起元件断裂。

二硅化钼发热体在选取和安装过程需要注意以下尺寸：

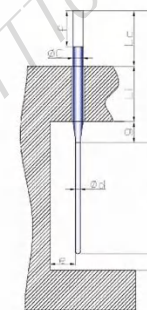


图 一般U型发热体在炉内安装示意图

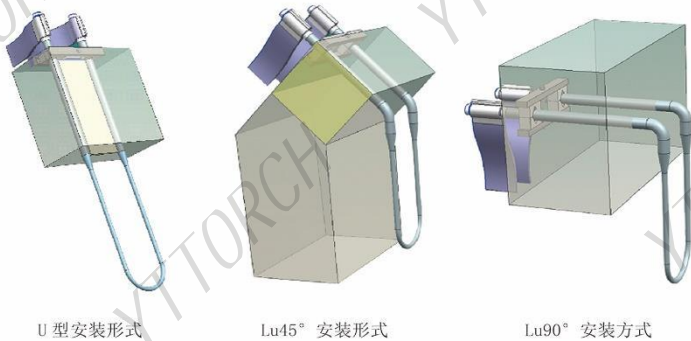
1.电热元件冷端炉顶尺寸 (Lc)

电热元件冷端炉顶部分 Lc，主要用来安装固定电热元件的夹具和连接导线，因此不同规格的电热元件该部分数据不同，可以参考下面数据：



元件规格	Φ 3/6	Φ 4/9	Φ 6/12	Φ 9/18	Φ 12/24
炉顶尺寸 -Lc	50	50	75	125	150
过渡段长度 -g	15	20	25	32	40
冷端长度 -Lu	Lc+Li+g				

- 注：表内 Lc 为最小值，最好根据电炉实际情况适当加长；Li 为炉顶厚度；过渡段（g）要伸进炉膛内部，防止过渡段部位的热量无法散出，导致过渡段损坏。



U型安装形式

Lu45° 安装形式

Lu90° 安装方式

2. 电热元件热端距离炉底的距离 (h)

电热元件安装时要注意冷端过渡段（g）要伸进炉膛内部，如果锥体部分留在炉顶里面的话可能导致散热不良而温度聚集超温损坏；还应该注意电热元件在高温状态会有一定的热伸长，因此安装时要保证电热元件距离炉底预留一定的距离（h），一般情况预留数值可以这样计算： $h \geq Le/20$ （当 Le 小于 200mm 时，取 $h=10mm$ ）

3. 电热元件垂直安装距离炉壁的距离 (e)

电热元件在高温工作时因为电磁力等的影响热端部分会有一定的变形，如果发热体安装太靠近炉壁的话可能导致元件热端碰到炉壁，导致该部位与炉壁材料反应或散热不良超温损坏。所以电炉设计阶段就应注意电热元件安装位置的设置，保证电热元件距离炉壁的距离要合理，根据热端长度不同可以参考以下数据：

热端长度 -Le	>1000mm	300 ~ 1000mm	<300mm
热端距炉壁距离 -e	最小 50mm	Le/20	最小 15mm



4. 电热元件安装分布注意事项

电热元件高温状态会有软塑性，一般情况工作电流较大，在磁力作用下导致热端往外拱起，如果安装设置不当会导致临近的两支发热体碰在一起，或者发热体碰到炉壁，因此在设计电炉和电热元件的时候应注意。

常用的硅钼加热元件多为单 U 型或多 U 型组合，电流在元件中的流动产生电磁力，从而导致 U 型两侧产生排斥力，导致通电以后当加热区达到软化温度后，元件之间的距离（中心距）a 受电磁排斥力而增大。如下：

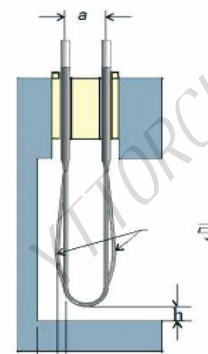
新的未使用过的 U 型元件的发热部位（热端），两条腿是规整的平行形态，但用过的元件，尤其是长时间使用后的元件在热端会出现明显的弓形形变现象，这实际上就是电磁力对元件的影响的直观体现。



新元件

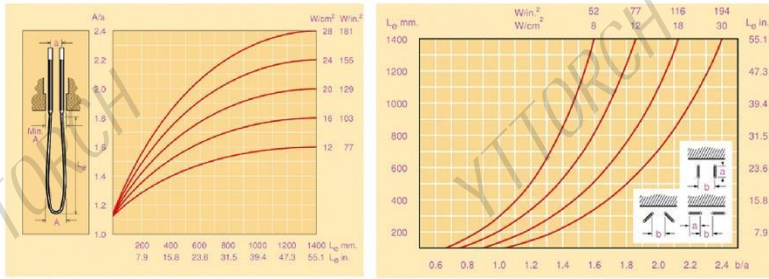


使用过的元件



← 元件受电磁力影响弓形形变示意图

鉴于二硅化钼发热体以上特点具体设计方案请参考下图：



由上面两个图表可以看出，元件热端越长、表面负荷越高其热端形变量就会越大，因此我们在设计安装时要按照这两个图表内的计算方法来设置电炉和电热元件。

我们建议用户在设计和使用二硅化钼发热元件的过程中，尽可能降低元件的表面负荷（根据电炉实际情况，设计阶段尽可能大量布置发热元件，热端长度尽可能选择较大的直径）。我们的 1700 型产品在炉温 1300 度条件下建议表面负荷不超过 13.5w/cm²，1800 型产品使用炉温 1600 度建议表面负荷小于 11.5w/cm²，1850 型产品使用炉温 1720 度建议表面负荷小于 12w/cm²。在条件允许的情况下，较低的表面负荷，会有效提升发热元件的使用寿命，降低发热元件与炉温的差异，更好的保证电炉热场的均匀性。

5. 电热元件固定夹具及连接带安装注意事项

电热元件固定夹具和连接带照片如图 1 所示：



图 1 发热体固定夹具和连接带

安装步骤如下所示：

将电热元件的包装间距板取下，将固定夹具孔尺寸调整到电热元件冷端可以通过；



图 2 电热元件与固定夹具

调整好电热元件与固定夹具的位置，拧紧夹具上的固定螺丝，由于电热元件冷态脆性较大，注意不要扭曲电热元件，避免脆性断裂。喷铝部位要留在夹具上面一些，避免该部位温度过高导致低温氧化和铝熔化侵蚀发热体冷端。



图 3 拧紧固定螺丝

固定夹具螺丝拧紧，等到电炉升温固定螺丝受热膨胀，可能会发生松动，导致发热体受重力作用下滑，热端扭曲变形，甚至导致元件出现断裂。所以初次安装使用时，等电炉升温后要再次紧固螺丝（烧结周期短可以等降温再次紧固）。

连接带安装：调整连接带通孔稍大于电热元件冷端直径，将连接带安装在电热元件喷铝部位，紧固螺丝。该部位同样存在使用中铝带或螺丝热胀冷缩，导致连接带与电热元件接触不良，产生热量甚至产生电弧，会导致元件低温氧化或电弧熔断。因此也应该等电炉启动后再次紧固连接带固定螺丝，避免该部位出现问题。

下图为常见的耐火纤维炉膛炉顶安装发热体形式，炉顶开槽，发热体冷端中部加装保温模块，安装好后整体从炉顶插入炉膛。

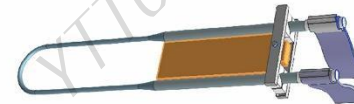


图 4 连接带安装

五、烟台火炬二硅化钼电热元件使用注意事项

二硅化钼材料具有优良的高温抗氧化性、导电性、高温稳定性，以及使用控制便捷等优秀性能。不过由于其自身的一些特点，我们在使用时一定要特别注意，否则很容易导致二硅化钼电热元件因使用不当而损坏。

1. 二硅化钼的低温氧化特性

二硅化钼材料具有优良的高温抗氧化性，但是在较低的温度尤其是 400-700 度，会发生低温氧化粉化的现象，所以我们在使用时应避免元件温度在 400-700 度范围长期使用。

2. 二硅化钼电热元件的电阻特性

从前部分 3.2 内容我们了解了二硅化钼电热元件的电阻率随温度的升高而增大，高温时电阻率约为低温时的 10 倍之多。

二硅化钼发热元件相对金属电热丝电阻率要小很多，其工作状态是低电压、大电流，所以一般情况都需要变压器。这样就存在一个问题，低温阶段固定规格二硅化钼发热元件的电阻是高温时的 1/10 左右，如果直接加载较大电压的话电流会是高温时元件的 10 倍，会对电控部分和发热元件造成大电流冲击。这个情况一般发生在电炉开始送电升温阶段，炉温跟不上设定温度时功率调整器会最大功率输出，导致低温低电阻发热元件加载大电压产生大的电流（发热元件升温需要一定的时间），一般情况我们设计低温阶段要控制元件加载电压不超过工作电压的 1/3，或者有限流功能的话限制电流不超过元件指定工作电流。

下面我们举例说明一下如何设置温控仪表的控制参数。例如：一台电炉有 9 支 $\phi 6/12$ 发热体，分三组每组三支，星型连接，单支元件的工作参数为：10V-150A-1500W，变压器输出加载在三支发热体的电压 35V，电流 180A，可控硅调节（功率调整器）。升温制度和温控表控制参数设置如下表



升温制度		温控表参数设置		备注
升温时间-min	指定温度-°C	功率限幅-F	最大输出电压-V	
30	300	20~30%	7~10.5	主要限制起始升温段输出电压，防止大电流冲击，如有限流功能可以设置不超过 150A
60	1000	100%	35	
60	1500	100%	35	
.....	

这样设置的话可以有效防止起始升温阶段出现大电流冲击，尤其是发热元件长时间使用后，发热元件内部结构会发生改变，脆性会加大，如果电流冲击大的话发热元件会脆性断裂，该项设置要更谨慎一些。

二硅化钼电热元件的电阻性能不随使用时间的增加而改变，因此新旧元件可以混合使用，可以大幅度降低用户使用成本。

3. 二硅化钼电热元件的高温软化特性

从前面章节我们了解到在低温阶段二硅化钼材料强度较高但是脆性较大（类似于陶瓷），温度达到 1000°C 以上其又具有金属般的软塑性。由于二硅化钼电热元件都是在较高温度运行的，所以我们应该考虑其软塑性的影响，避免高温变形损伤元件。

例如水平使用元件的话，使用温度要相应降低，因为温度越高元件的软塑性越大，会带来大的变形，要考虑平板的支撑，还要考虑元件的散热等情况。L 型元件应考虑其重力引起变形，导致元件触碰炉壁损坏，因此在设计安装阶段要特别注意。

4. 二硅化钼电热元件的保护膜特性

二硅化钼电热元件表面保护膜是一层 SiO_2 玻璃膜，在高温状态其可以阻止内部 MoSi_2 基体材料继续氧化，这是二硅化钼材料高温抗氧化的特性。但是由于表面 SiO_2 玻璃膜与 MoSi_2 基体材料膨胀系数存在差异，在间歇式氧化气氛电炉中使用时会在降温或升温时因膨胀系数差异导致保护膜剥落，这也是二硅化钼电热元件的自身特性。 SiO_2 玻璃膜脱落以后，再次在氧化气氛使用，表面保护膜会再次生成，这个是保护膜自愈功能。

六、烟台火炬二硅化钼电热元件电气技术手册

在设计二硅化钼电热元件的电气控制系统时，要充分考虑二硅化钼材料的几个特性：电阻特性、陶瓷特性、高温软塑性等。

1. 二硅化钼电热元件的控制方式

二硅化钼电热元件的冷态低电阻特性意味着不能对冷炉施加全工作电压。在过去，只有抽头变压器可用，在炉冷时使用低电压抽组，施加降低的电压，然后随着元件加热，电压逐渐增加，从而将电流维持在可控的水平内。

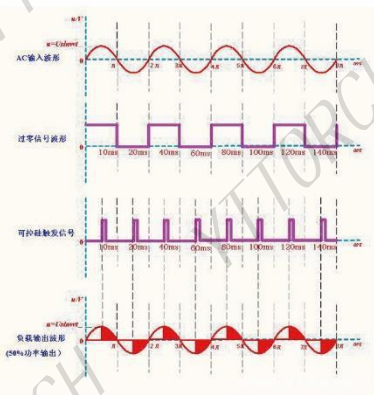
随着现代晶闸管（SCR）功率控制单元的出现和各种反馈控制功能的出现，我们现在有了一种合理、经济、可靠的方法来限制启动电流，并充分利用硅钼加热元件的快速加热能力。

如今，装有硅钼加热元件的电炉可以通过以下方式控制：

- (1) 晶闸管控制
- (2) 晶闸管和变压器组合控制
- (3) 抽头变压器
- (4) 高频线性直流开关电源
- (5) 其他控制方式：如，接触器变换元件接线方式、ON/OFF 等

晶闸管的控制

- 移相触发



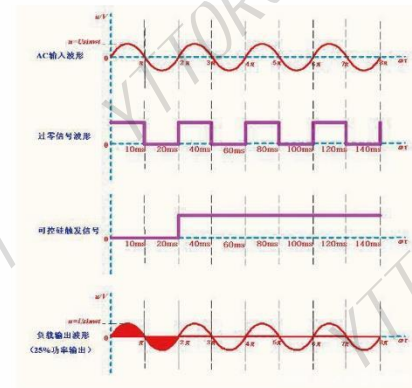
在移相触发时，通过允许晶闸管仅在部分交流周期内导通来控制功率（见上图）。晶闸管应具有电流斜坡开启功能和 RMS（均方根）电流限制设施。应注意，这与温度控制器的斜坡功能不同。

晶闸管以较小的导通角开始导通，然后在若干周期内向最大导通方向增加。所需功率越大，正弦曲线的大部分就可以通过晶闸管。如果在全波之前达到最大允许电流，则限流设施不允许导通角进一步增大。

用 RMS 法测量和限制电流是非常重要的。产生这种现象的原因是，在移相触发时，是一种在畸变电流波形下工作状态，而电流测量的 RMS 法是获得正确而有意义值的唯一方法。

移相触发是控制可控硅的导通角来控制可控硅的导通量，输出波形被斩波，造成电压畸变，容易产生射频干扰，可能引起敏感电子设备的故障。

- 过零触发



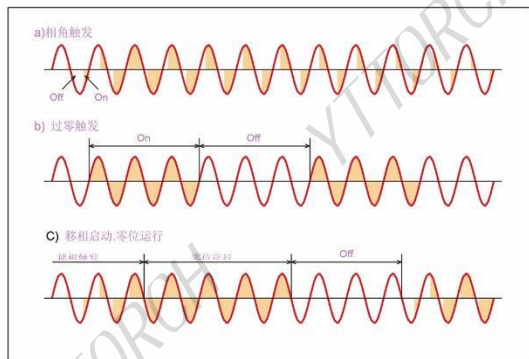
过零触发顾名思义就是过零点时候触发可控硅，交流电因为有正负半周，在正半周到负半周或者由负半周到正半周过程时都要经过零点，在一定的时间内改变导通周波数来改变可控硅的输出平均功率，实现调节负载功率效果，周波数是指交流电完成一次完整的变化，即一个正弦波形所经历的时间叫一个周波。这种类似于 PWM 信号调节电机输出，在一定时间内导通次数越多平均输出功率也就越大。如上图是周波过零触发所有信号输出情况，25% 输出波形。

过零触发原理是改变可控硅导通的周波数，输出波形仍然是正弦波，对电网污染少；过零触发缺点是易出现低频干扰，由于工作是断续的，因此很容易出现闪烁现象，不适用于硅钼和硅碳加热元件这类变阻明显、冷态时需要电流连续和平稳的负载。

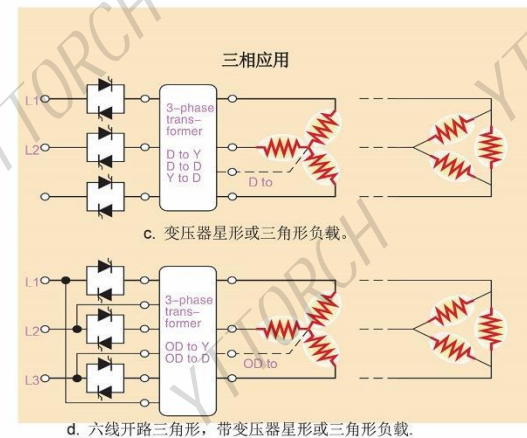
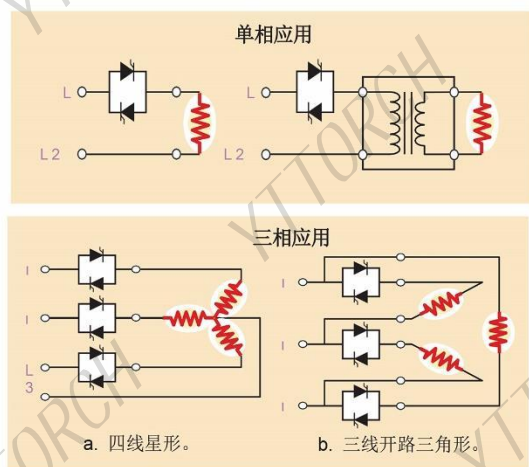
• 移相启动零位运行

处理移相触发和过零触发缺点的一种常用方法是结合使用它们。

先以相位方式低电压渐进输出缓冲启动后，自动切换到零位输出模式。(下图 C)



晶闸管控制应用电路



2. 晶闸管和变压器的选型

(1) 晶闸管选型

→ 电压等级: 根据电炉功率和当地供电系统确定控制系统的电压等级, 以此确定晶闸管的电压等级;

→ 额定功率: 不同厂家对晶闸管与电炉功率匹配选型建议有所不同, 晶闸管额定功率 (电流) 至少高出电炉额定功率 (电流) 25%, 具体选型时应参考生产厂家选型建议。

(2) 变压器选型

$$\text{变压器额定功率} = \text{元件额定功率} \times 1.2$$

3. 二硅化钼电热元件电气接线建议

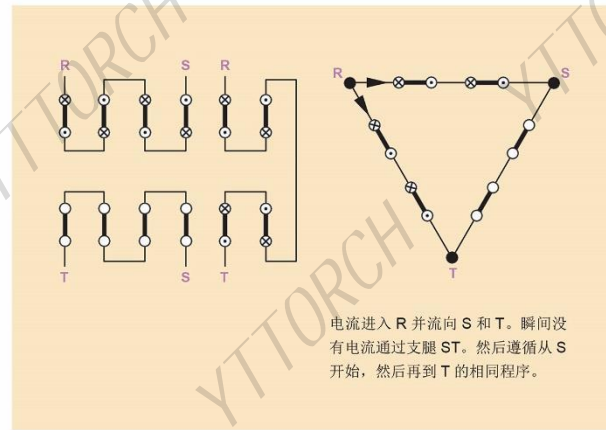
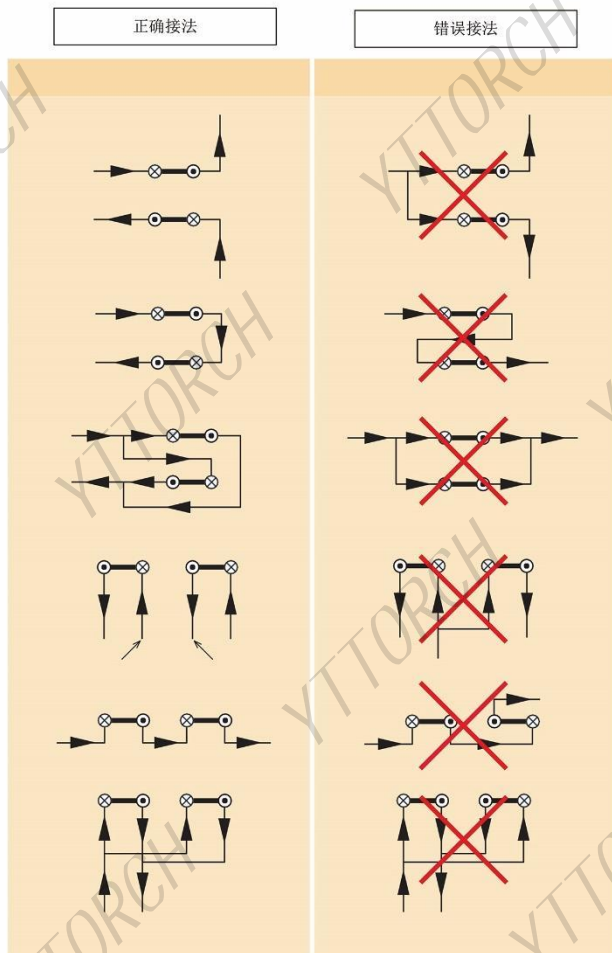
如前 1 所述, 两个平行的导体, 当载流时, 在同一方向流动时, 会互相吸引。如果两个相邻的二硅化钼电热元件连接到同一个电源, 电流将沿同一方向流动, 两个相邻的支腿将相互吸引。当加热元件达到 1200°C 时, 它们会软化并被电磁力拉到一起。当两个加热元件接触时, 它们都会损坏。

电磁力的影响必须在单相、两相和三相电路的元件布置中考虑。二硅化钼电热元件通常放置在炉的两侧或在圆柱形炉的圆周围。切勿将相邻元件连接到相同的电源线上。

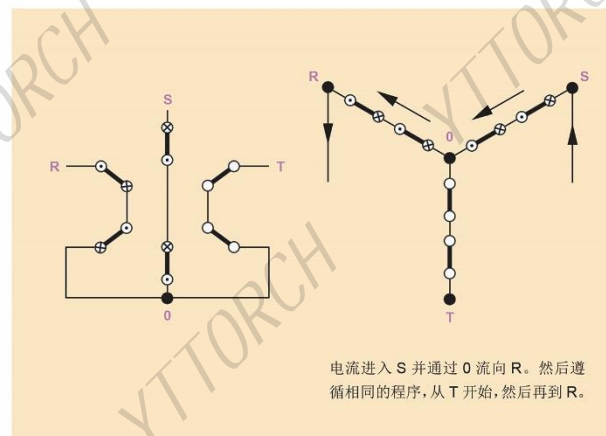
在两相或三相中, 同样的规则适用。两个相邻元件不应连接到公共电压电源。中间或接地连接或 Y 形中心连接, 星接的中心可以连接到相邻的元件的终端支腿上, 电流在同一方向流动, 但偏移了 120 度的相位差。



硅钼加热元件接线示意:



三角形连接布置

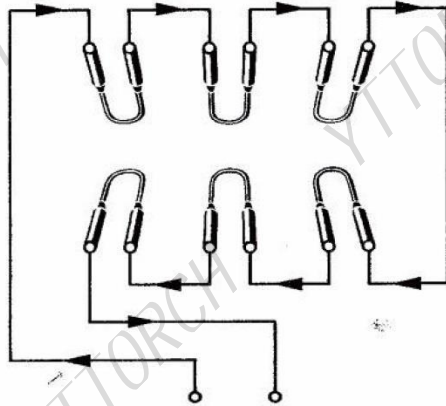


星形连接排列

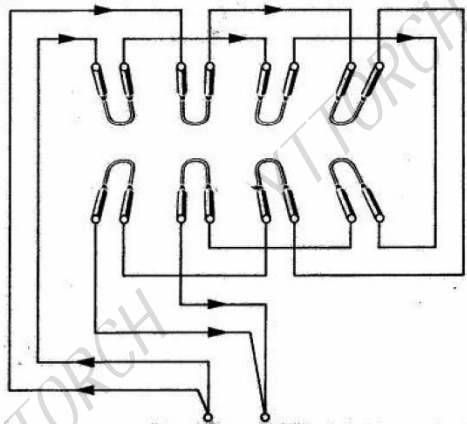


以下图片是根据相 (PHASE) 的实物接线方法, 供参考。

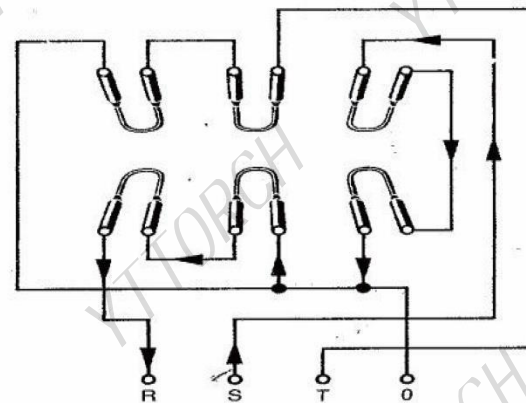
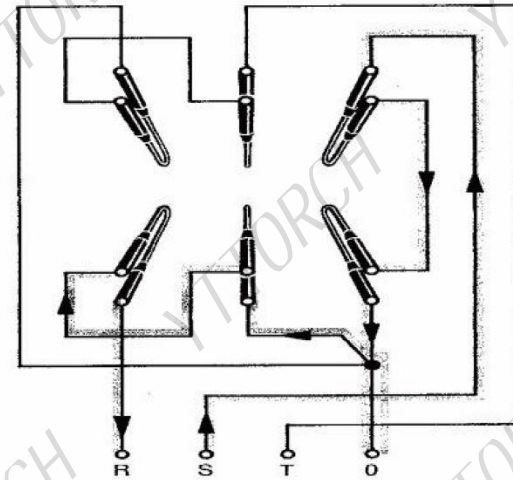
单相连接



双单相连接

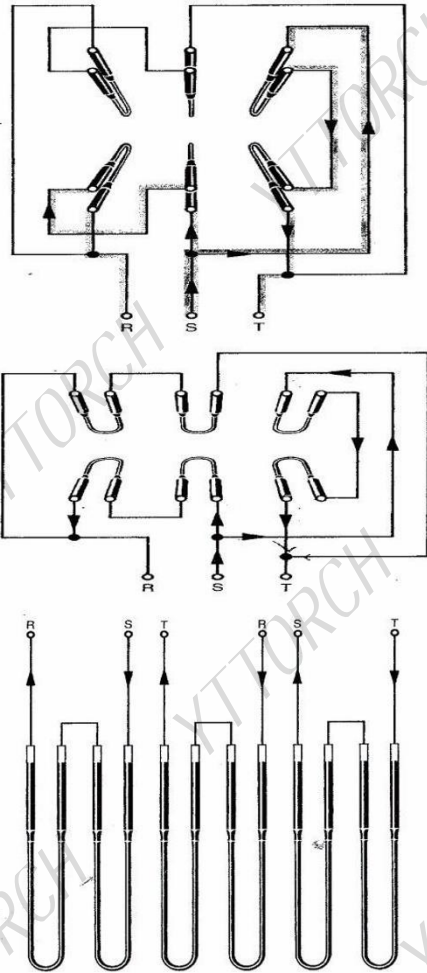


三相Y (星形) 连接





三相△(三角) 连接



4. 温度控制的测温元件

用于温度控制的热电偶类型取决于炉膛温度。K 型热电偶在 1200℃ 以下具有良好的稳定性，可用于许多热处理炉。1200℃ 以上的温度测量通常使用铂-铂 / 铑制成的热电偶。

炉温越高，热电偶的老化速度越快。硅钼加热元件超温损坏问题通常与老化的热电偶有关。通过将铂与铑合金化，可用温度升高。两根偶丝中的铑含量高，使可测炉温最高允许值升高。

当铑含量增加时，电动势减小，这会影影响测量精度。在最大分类温度下使用热电偶时，应经常检查电动势，以避免因老化而导致电炉温度异常升高。在 1750℃ 以上的炉温下运行的高温炉中，使用 Pt/20%Rh-Pt/40%Rh，发现在炉温下仅 4-5 小时，电动势就会显著降低。当发生这种情况时，热电偶已经变得更加稳定，并且随着时间的推移变化也变慢了。这种热电偶的热电输出很低，微小的变化会导致炉内温度和元件温度的大幅度变化，进而导致加热元件出现问题。

对于高温炉，我们建议在炉顶上彼此靠近的两个位置安装 2 支热电偶。一个用于控制器控制主电路的热电偶，另一个用于监测实际炉温。

	最高工作温度	
	连续 °C	间歇 °C
Pt/ Pt 10 Rh, 分度号 S	1400	1650
Pt/ Pt 13 Rh, 分度号 R	1400	1650
Pt 6 Rh / Pt 30 Rh, 分度号 B	1500	1800
Pt 20 Rh / Pt 40 Rh	1600	1800

七、烟台火炬二硅化钼电热元件电学参数

发热元件温度: 1550°C
元件电流: 58A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1300°C
表面负荷: 16W/cm²
元件电阻 (1550°C): Ω
中心间距: 25mm

1700型 Φ3/Φ6 U型发热体

冷端长度 L _a ↓	50	75	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	350	400
100	0.077	0.100	0.122	0.144	0.158	0.176	0.194	0.212	0.234	0.256	0.283	0.315	0.346	0.391
125	0.081	0.103	0.126	0.148	0.161	0.179	0.197	0.215	0.238	0.260	0.287	0.318	0.350	0.394
150	0.084	0.107	0.129	0.152	0.165	0.183	0.201	0.219	0.241	0.264	0.290	0.322	0.353	0.398
200	0.092	0.114	0.137	0.159	0.172	0.190	0.208	0.226	0.249	0.271	0.298	0.329	0.361	0.405
250	0.099	0.121	0.144	0.166	0.180	0.197	0.215	0.233	0.256	0.278	0.305	0.336	0.368	0.413
300	0.105	0.128	0.150	0.172	0.186	0.204	0.222	0.240	0.262	0.284	0.311	0.343	0.374	0.419
350	0.112	0.134	0.156	0.179	0.192	0.210	0.228	0.246	0.268	0.291	0.318	0.349	0.380	0.425
400	0.119	0.141	0.164	0.186	0.199	0.217	0.235	0.253	0.276	0.298	0.325	0.356	0.388	0.432
450	0.126	0.148	0.170	0.193	0.206	0.224	0.242	0.260	0.282	0.305	0.332	0.363	0.394	0.439
500	0.132	0.155	0.177	0.200	0.213	0.231	0.249	0.267	0.289	0.312	0.339	0.370	0.401	0.446

发热元件温度: 1550°C
元件电流: 90A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1300°C
表面负荷: 16W/cm²
元件电阻 (1550°C): Ω
中心间距: 25mm

1700型 Φ4/Φ9 U型发热体

冷端长度 L _a ↓	50	75	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	350	400	450	500
100	0.041	0.053	0.065	0.078	0.085	0.095	0.105	0.115	0.128	0.140	0.155	0.172	0.190	0.214	0.239	0.264
125	0.042	0.055	0.067	0.080	0.087	0.097	0.107	0.117	0.129	0.142	0.156	0.174	0.191	0.216	0.241	0.266
150	0.044	0.056	0.069	0.081	0.088	0.098	0.108	0.118	0.131	0.143	0.158	0.175	0.193	0.217	0.242	0.267
200	0.047	0.059	0.072	0.084	0.092	0.102	0.111	0.121	0.134	0.146	0.161	0.178	0.196	0.221	0.245	0.270
250	0.050	0.062	0.075	0.087	0.095	0.105	0.115	0.124	0.137	0.149	0.164	0.182	0.199	0.224	0.249	0.273
300	0.054	0.066	0.079	0.091	0.099	0.108	0.118	0.128	0.141	0.153	0.168	0.185	0.203	0.228	0.252	0.277
350	0.057	0.069	0.082	0.094	0.102	0.111	0.121	0.131	0.144	0.156	0.171	0.188	0.206	0.231	0.255	0.280
400	0.060	0.072	0.085	0.097	0.105	0.115	0.124	0.134	0.147	0.159	0.174	0.191	0.209	0.234	0.258	0.283
450	0.056	0.066	0.075	0.084	0.090	0.097	0.105	0.112	0.122	0.131	0.142	0.155	0.168	0.187	0.205	0.224
500	0.059	0.069	0.078	0.087	0.093	0.100	0.108	0.115	0.125	0.134	0.145	0.158	0.171	0.190	0.208	0.227

发热元件温度: 1550°C
元件电流: 160A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1300°C
表面负荷: 16W/cm²
元件电阻 (1550°C): Ω
中心间距: 50mm

1700型 Φ6/Φ12 U型发热体

冷端长度 Le →	125	160	180	200	250	300	350	400	450	500	560	630	670	710	800	900	1000
150	0.039	0.048	0.053	0.071	0.082	0.070	0.082	0.094	0.106	0.119	0.131	0.145	0.163	0.172	0.204	0.229	0.253
200	0.042	0.051	0.056	0.071	0.082	0.070	0.082	0.094	0.106	0.119	0.131	0.145	0.163	0.172	0.204	0.229	0.253
250	0.082	0.051	0.056	0.071	0.082	0.070	0.082	0.094	0.106	0.119	0.131	0.145	0.163	0.172	0.204	0.229	0.253
300	0.044	0.052	0.057	0.062	0.067	0.074	0.087	0.099	0.111	0.123	0.135	0.150	0.167	0.177	0.187	0.209	0.233
350	0.045	0.054	0.059	0.064	0.069	0.076	0.088	0.100	0.113	0.125	0.137	0.152	0.169	0.179	0.188	0.210	0.235
400	0.047	0.056	0.060	0.065	0.070	0.078	0.090	0.102	0.114	0.126	0.139	0.153	0.170	0.180	0.190	0.212	0.236
450	0.049	0.057	0.062	0.067	0.072	0.079	0.091	0.103	0.116	0.128	0.140	0.155	0.172	0.182	0.191	0.213	0.238
500	0.050	0.059	0.064	0.068	0.073	0.081	0.093	0.105	0.117	0.129	0.142	0.156	0.173	0.183	0.193	0.215	0.239
560	0.052	0.060	0.065	0.070	0.075	0.082	0.094	0.107	0.119	0.131	0.143	0.158	0.175	0.185	0.195	0.217	0.241
650	0.055	0.064	0.069	0.073	0.078	0.086	0.098	0.110	0.122	0.135	0.147	0.161	0.179	0.188	0.198	0.220	0.245
710	0.057	0.066	0.071	0.075	0.080	0.088	0.100	0.112	0.124	0.136	0.148	0.162	0.180	0.189	0.211	0.235	0.260
800	0.060	0.069	0.074	0.078	0.083	0.091	0.103	0.115	0.127	0.139	0.151	0.165	0.183	0.192	0.214	0.238	0.263
900	0.063	0.072	0.077	0.081	0.086	0.094	0.106	0.118	0.130	0.142	0.154	0.168	0.186	0.195	0.217	0.241	0.266
1000	0.066	0.075	0.080	0.084	0.089	0.097	0.109	0.121	0.133	0.145	0.157	0.171	0.189	0.198	0.220	0.244	0.269

发热元件温度: 1550°C
元件电流: 160A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1300°C
表面负荷: 16W/cm²
元件电阻 (1550°C): Ω
中心间距: 150mm

1700型 Φ6/Φ12 W型发热体

冷端长度 Le →	180	200	250	280	315	355	410	450	500	600	650	700	750
350	2684	2925	3528	3890	4312	4794	5457	5939	6542	7748	8351	8954	9557
400	16.8	18.3	22.0	24.3	26.9	30.0	34.1	37.1	40.9	48.4	52.2	56.0	59.7
450	2724	2965	3568	3930	4352	4834	5497	5979	6582	7788	8391	8994	9597
500	17.0	18.5	22.3	24.6	27.2	30.2	34.4	37.4	41.1	48.7	52.4	56.2	60.0
560	2764	3005	3608	3970	4392	4874	5537	6019	6622	7828	8431	9034	9637
600	17.3	18.8	22.5	24.8	27.4	30.5	34.6	37.6	41.4	48.9	52.7	56.5	60.2
630	2804	3045	3648	4010	4432	4914	5577	6059	6662	7868	8471	9074	9677
710	17.5	19.0	22.8	25.1	27.7	30.7	34.9	37.9	41.6	49.2	52.9	56.7	60.5
800	2824	3065	3668	4030	4452	4934	5597	6079	6682	7888	8491	9094	9697
900	17.6	19.2	22.9	25.2	27.8	30.8	35.0	38.0	41.8	49.3	53.1	56.8	60.6
1000	2844	3085	3688	4050	4472	4954	5617	6099	6702	7908	8511	9114	9717
1100	17.8	19.3	23.0	25.3	27.9	31.0	35.1	38.1	41.9	49.4	53.2	57.0	60.7
1200	2884	3121	3724	4086	4508	4990	5653	6135	6738	7944	8547	9150	9753
1300	18.0	19.5	23.3	25.5	28.2	31.2	35.3	38.3	42.1	49.7	53.4	57.2	61.0
1400	2924	3161	3764	4126	4548	5030	5693	6175	6778	7984	8587	9190	9793
1500	18.2	19.8	23.5	25.8	28.4	31.4	35.6	38.6	42.4	49.9	53.7	57.4	61.2
1600	2984	3221	3824	4186	4608	5090	5753	6235	6838	8044	8647	9250	9853
1700	18.6	20.1	23.9	26.2	28.8	31.8	36.0	39.0	42.7	50.3	54.0	57.8	61.6

发热元件温度: 1550°C
元件电流: 300A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1300°C
表面负荷: 16W/cm²
元件电阻 (1550°C): Ω
中心间距: 60mm

1700型 Φ9/Φ18 U型发热体

冷端长度 Le →		热端长度 Le →																
mm		125	160	180	200	220	250	300	350	400	450	500	550	600	710	800	900	1000
1646	1962	2143	2324	2505	2776	3228	3680	4133	4585	5037	5489	5941	6393	6845	7297	8654	9559	
200	0.018	0.022	0.024	0.026	0.028	0.031	0.036	0.041	0.046	0.051	0.056	0.062	0.066	0.071	0.076	0.086	0.096	0.106
5.5	6.5	7.1	7.7	8.3	9.3	10.8	12.3	13.3	14.3	15.3	16.8	18.6	19.8	23.1	25.8	28.8	31.9	
1696	2012	2193	2374	2555	2826	3278	3730	4183	4635	5087	5539	5991	6443	6895	7347	8704	9609	
250	0.019	0.022	0.024	0.026	0.028	0.031	0.036	0.041	0.046	0.051	0.057	0.063	0.067	0.072	0.078	0.087	0.097	0.107
5.7	6.7	7.3	7.9	8.5	9.4	10.9	12.4	13.9	15.4	17.0	18.9	20.8	22.3	26.0	29.0	32.0		
1746	2062	2243	2424	2605	2876	3328	3780	4233	4685	5137	5589	6041	6493	6945	7397	8754	9659	
230	0.019	0.023	0.025	0.027	0.029	0.032	0.037	0.042	0.047	0.052	0.057	0.063	0.067	0.072	0.078	0.087	0.097	0.107
5.8	6.9	7.5	8.1	8.7	9.6	11.1	12.6	14.1	15.6	17.1	18.9	20.1	23.5	26.2	29.2	32.2		
1766	2082	2263	2444	2625	2896	3348	3800	4253	4705	5157	5609	6061	6513	6965	7417	8774	9679	
300	0.020	0.023	0.025	0.027	0.029	0.032	0.037	0.042	0.047	0.052	0.057	0.063	0.067	0.072	0.078	0.087	0.097	0.108
5.9	6.9	7.5	8.1	8.7	9.7	11.2	12.7	14.2	15.7	17.2	19.0	20.2	23.5	26.2	29.2	32.3		
1816	2132	2313	2494	2675	2946	3398	3850	4303	4755	5207	5659	6111	6563	7015	7467	8824	9729	
350	0.020	0.024	0.026	0.028	0.030	0.033	0.038	0.043	0.048	0.053	0.058	0.064	0.068	0.073	0.078	0.088	0.098	0.108
6.1	7.1	7.7	8.3	8.9	9.8	11.3	12.8	14.3	15.8	17.4	19.2	20.4	23.7	26.4	29.4	32.4		
1866	2182	2363	2544	2725	2996	3448	3900	4353	4805	5257	5709	6161	6613	7065	7517	8874	9779	
400	0.021	0.024	0.026	0.028	0.030	0.033	0.038	0.043	0.048	0.053	0.058	0.064	0.068	0.073	0.078	0.088	0.099	0.109
6.2	7.3	7.9	8.5	9.1	10.0	11.5	13.0	14.5	16.0	17.5	19.3	20.5	23.9	26.6	29.6	32.6		
1916	2232	2413	2594	2775	3046	3498	3950	4403	4855	5307	5759	6211	6663	7115	7567	8924	9829	
450	0.021	0.025	0.027	0.029	0.031	0.034	0.039	0.044	0.049	0.054	0.059	0.065	0.069	0.074	0.079	0.089	0.099	0.109
6.4	7.4	8.0	8.6	9.2	10.2	11.7	13.2	14.7	16.2	17.7	19.5	20.7	24.0	26.7	29.7	32.8		
1966	2282	2463	2644	2825	3096	3548	4000	4453	4905	5357	5809	6261	6713	7165	7617	8974	9879	
500	0.022	0.025	0.027	0.029	0.031	0.034	0.039	0.044	0.049	0.054	0.059	0.065	0.069	0.074	0.079	0.089	0.100	0.110
6.6	7.6	8.2	8.8	9.4	10.3	11.8	13.3	14.8	16.3	17.9	19.7	20.9	24.2	26.9	29.9	32.9		
2016	2332	2513	2694	2875	3146	3598	4050	4503	4955	5407	5859	6311	6763	7215	7667	9024	9929	
560	0.022	0.026	0.028	0.030	0.032	0.035	0.040	0.045	0.050	0.055	0.060	0.066	0.070	0.075	0.081	0.090	0.100	0.110
6.7	7.8	8.4	9.0	9.6	10.5	12.0	13.5	15.0	16.5	18.0	19.8	21.0	24.4	27.1	30.1	33.1		
2066	2422	2603	2784	2965	3236	3688	4140	4593	5045	5497	6039	6491	6943	7395	7847	9204	10019	
650	0.023	0.027	0.029	0.031	0.033	0.036	0.041	0.046	0.051	0.056	0.061	0.067	0.071	0.076	0.082	0.091	0.101	0.111
7.0	8.1	8.7	9.3	9.9	10.8	12.3	13.8	15.3	16.8	18.3	20.1	21.3	24.7	27.4	30.4	33.4		
2116	2472	2653	2834	3015	3286	3738	4190	4643	5095	5547	6089	6541	7046	7446	8260	9165	10069	
700	0.024	0.027	0.029	0.031	0.033	0.037	0.042	0.047	0.052	0.057	0.062	0.068	0.072	0.078	0.083	0.092	0.102	0.112
7.2	8.2	8.8	9.4	10.0	11.0	12.5	14.0	15.5	17.0	18.5	20.3	21.5	24.8	27.5	30.5	33.6		
2256	2572	2753	2934	3115	3386	3838	4290	4743	5195	5647	6189	6551	7046	7346	8350	9264	10169	
800	0.025	0.029	0.031	0.033	0.035	0.038	0.043	0.048	0.053	0.058	0.063	0.069	0.073	0.078	0.084	0.093	0.103	0.113
7.5	8.6	9.2	9.8	10.4	11.3	12.8	14.3	15.8	17.3	18.8	20.6	21.8	25.2	27.9	30.9	33.9		

发热元件温度: 1550°C
元件电流: 300A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1300°C
表面负荷: 16W/cm²
元件电阻 (1550°C): Ω
中心间距: 150mm

1700型 Φ9/Φ18 W型发热体

冷端长度 Lu →		热端长度 Le →															
mm		180	200	220	250	300	350	400	450	500	550	600	720	800			
4140	4502	4864	5406	6310	7215	8119	9023	9928	11013	11736	13907	15354					
400	0.046	0.050	0.054	0.060	0.070	0.080	0.090	0.100	0.110	0.122	0.130	0.155	0.171				
450	14.0	15.2	16.4	18.2	21.0	24.0	27.1	30.1	33.1	36.7	39.1	46.4	51.2				
500	4190	4552	4914	5456	6360	7265	8169	9073	9978	11063	11786	13957	15404				
560	0.047	0.051	0.055	0.061	0.071	0.081	0.091	0.101	0.111	0.123	0.131	0.155	0.171				
500	14.1	15.3	16.5	18.4	21.4	24.4	27.4	30.4	33.4	36.9	39.3	46.5	51.3				
4240	4602	4964	5506	6410	7315	8219	9123	10028	11113	11836	14007	15454					
560	0.048	0.052	0.056	0.062	0.072	0.082	0.092	0.102	0.112	0.124	0.132	0.156	0.172				
500	14.1	15.3	16.5	18.4	21.4	24.4	27.4	30.4	33.4	37.0	39.5	46.7	51.5				
4380	4742	5104	5646	6550	7455	8359	9263	10168	11253	11976	14147	15594					
650	0.049	0.053	0.057	0.063	0.073	0.083	0.093	0.103	0.113	0.125	0.133	0.157	0.173				
500	14.6	15.8	17.0	18.8	21.8	24.8	27.9	30.9	33.9	37.5	39.9	47.2	52.0				
4430	4792	5154	5696	6600	7505	8409	9313	10218	11303	12026	14197	15644					
700	0.049	0.053	0.057	0.063	0.073	0.083	0.093	0.103	0.114	0.126	0.134	0.158	0.174				
500	14.8	16.0	17.2	19.0	22.0	25.0	28.0	31.0	34.1	37.7	40.1	47.3	52.1				
4530	4892	5254	5796	6700	7605	8509	9413	10318	11403	12126	14297	15744					
800	0.050	0.054	0.058	0.064	0.074	0.084	0.095	0.105	0.115	0.127	0.135	0.159	0.175				
500	15.1	16.3	17.5	19.3	22.3	25.3	28.4	31.4	34.4	38.0	40.4	47.7	52.5				

发热元件温度: 1550°C 炉膛温度: 1300°C 元件电阻 (1550°C): Ω
元件电流: 470A 表面负荷: 16W/cm² 中心间距: 80mm

1700 型 Φ12/Φ24 U 型发热体

热端长度 Le →

冷端长度 Lu ↓	180	225	250	300	350	400	450	500	560	600	650	700	800	900	1000
280	2873	3416	3717	4320	4923	5526	6128	6731	7455	8143	8840	9143	10349	11554	12760
315	2943	3486	3787	4390	4993	5596	6198	6801	7525	8213	8910	9213	10419	11624	12830
350	3013	3556	3857	4460	5063	5666	6268	6871	7595	8283	8989	9283	10489	11694	12900
400	3093	3636	3937	4540	5143	5746	6348	6951	7675	8363	9059	9363	10569	11774	12980
450	3173	3716	4017	4620	5223	5826	6428	7031	7755	8443	9139	9443	10649	11854	13060
500	3253	3796	4097	4700	5303	5906	6508	7111	7835	8523	9219	9523	10729	11934	13140
560	3343	3886	4187	4790	5393	5996	6598	7201	7925	8613	9309	9613	10819	12024	13230
600	3413	3956	4257	4860	5463	6066	6668	7271	7995	8683	9389	9683	10889	12094	13300
650	3493	4036	4337	4940	5543	6146	6748	7351	8075	8763	9469	9763	10969	12174	13380
710	3573	4116	4417	5020	5623	6226	6828	7431	8155	8843	9549	9843	11049	12254	13460

发热元件温度: 1550°C 炉膛温度: 1300°C 元件电阻 (1550°C): Ω
元件电流: 470A 表面负荷: 16W/cm² 中心间距: 180mm

1700 型 Φ12/Φ24 W 型发热体

热端长度 Le →

冷端长度 Lu ↓	180	225	250	300	350	400	450	500	560	600	650	720
450	5542	6627	7230	8436	9642	10848	12053	13259	14706	15671	16876	18564
500	0.025	0.030	0.033	0.038	0.044	0.049	0.055	0.060	0.067	0.071	0.076	0.084
560	5622	6707	7310	8516	9722	10928	12133	13339	14786	15751	16956	18644
600	0.026	0.031	0.034	0.039	0.044	0.049	0.055	0.060	0.067	0.071	0.077	0.084
650	5712	6797	7400	8606	9812	11018	12223	13429	14876	15841	17046	18734
710	0.027	0.032	0.035	0.040	0.045	0.050	0.055	0.061	0.067	0.072	0.077	0.085
	12.6	15.0	16.2	18.8	21.4	23.9	26.5	28.7	31.8	33.9	36.1	39.7

发热元件温度: 1700°C
功率: W
工作电压: V
元件电流: 4TA
炉膛温度: 1600°C
表面负荷: 11.5W/cm²
元件电阻 (1700°C): Ω
中心间距: 25mm

1800型Φ3/Φ6 U型产品工作参数

热端长度 Le →

冷端长度 mm	75	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	
50	0.089 4.2	0.115 5.4	0.141 6.6	0.177 7.4	0.219 8.3	0.271 9.3	0.332 10.3	0.405 11.5	0.494 12.7	0.597 14.2	0.720 15.9	0.868 17.8	1.038 20.0	1.232 22.4	1.450 24.9	1.688 25.0
75	0.093 4.4	0.118 5.6	0.144 6.8	0.180 7.5	0.222 8.5	0.274 9.5	0.336 10.4	0.408 11.2	0.496 12.9	0.604 14.3	0.734 16.0	0.882 18.0	1.050 20.1	1.244 22.6	1.462 25.0	1.690 25.0
100	0.096 4.5	0.121 5.7	0.147 6.9	0.184 7.7	0.225 8.6	0.276 9.6	0.338 10.6	0.410 11.8	0.498 13.0	0.616 14.6	0.756 16.2	0.906 18.1	1.086 20.3	1.290 22.7	1.518 25.1	1.760 25.1
125	0.099 4.6	0.125 5.9	0.150 7.1	0.187 7.8	0.230 8.8	0.282 9.7	0.344 10.7	0.416 11.9	0.504 13.1	0.622 14.6	0.762 16.3	0.912 18.2	1.092 20.4	1.296 22.9	1.524 25.3	1.776 25.3
140	0.101 4.7	0.125 5.9	0.150 7.1	0.187 7.8	0.230 8.8	0.282 9.7	0.344 10.7	0.416 11.9	0.504 13.1	0.622 14.6	0.762 16.3	0.912 18.2	1.092 20.4	1.296 22.9	1.524 25.3	1.776 25.3
160	0.103 4.8	0.129 6.1	0.155 7.3	0.192 8.0	0.234 9.0	0.286 9.9	0.348 10.9	0.420 12.1	0.508 13.3	0.626 14.8	0.766 16.5	0.916 18.4	1.096 20.4	1.296 22.9	1.524 25.5	1.776 25.5
180	0.105 5.0	0.131 6.2	0.157 7.4	0.194 8.1	0.236 9.1	0.288 10.1	0.350 11.0	0.430 12.2	0.518 13.5	0.636 14.9	0.776 16.6	0.926 18.6	1.106 20.8	1.306 23.2	1.534 25.6	1.786 25.6
200	0.108 5.1	0.134 6.3	0.160 7.5	0.196 8.2	0.238 9.2	0.290 10.2	0.352 11.1	0.432 12.4	0.520 13.6	0.638 15.0	0.778 16.7	0.928 18.7	1.108 20.9	1.308 23.3	1.536 25.7	1.788 25.7
250	0.114 5.4	0.140 6.6	0.166 7.8	0.202 8.5	0.244 9.5	0.296 10.5	0.358 11.4	0.440 12.7	0.528 13.9	0.646 15.3	0.786 17.0	0.936 19.0	1.116 21.2	1.316 23.8	1.544 26.0	1.796 26.0
300	0.120 5.7	0.146 6.9	0.172 8.1	0.208 8.8	0.250 9.8	0.292 10.8	0.354 11.7	0.434 14.2	0.522 15.6	0.640 17.3	0.780 19.3	0.930 21.4	1.110 23.9	1.310 26.3	1.538 26.3	1.790 26.3
350	0.126 5.9	0.152 7.2	0.178 8.4	0.214 9.1	0.256 9.9	0.308 10.1	0.370 11.0	0.450 12.0	0.538 13.2	0.656 14.4	0.796 16.9	0.946 19.5	1.126 21.7	1.326 24.2	1.554 26.6	1.806 26.6

发热元件温度: 1700°C
功率: W
工作电压: V
元件电流: 70A

热端长度 Le →

冷端长度 mm	75	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	
50	0.081 3.5	0.065 4.6	0.080 5.6	0.089 5.6	0.101 6.2	0.115 6.2	0.125 6.7	0.139 6.7	0.154 6.8	0.172 7.4	0.193 8.1	0.216 8.8	0.243 9.5	0.273 10.2	0.302 11.0	0.330 11.8
75	0.082 3.6	0.067 4.7	0.082 5.7	0.091 6.3	0.102 7.2	0.114 8.0	0.126 8.8	0.141 9.9	0.156 10.9	0.173 12.1	0.194 13.6	0.218 15.2	0.244 17.1	0.274 19.2	0.304 21.3	0.334 23.3
100	0.085 3.8	0.070 4.9	0.085 5.9	0.093 6.5	0.105 7.4	0.117 8.2	0.129 9.0	0.144 10.1	0.159 11.1	0.176 12.3	0.197 13.8	0.221 15.4	0.247 17.3	0.277 19.4	0.307 21.5	0.337 23.5
125	0.088 4.1	0.073 5.1	0.088 6.1	0.097 6.8	0.108 7.6	0.119 8.3	0.130 9.1	0.145 10.1	0.160 11.2	0.175 12.4	0.190 13.6	0.215 15.5	0.240 17.4	0.270 19.4	0.300 21.5	0.330 23.5
140	0.089 4.1	0.074 5.2	0.089 6.2	0.098 6.8	0.110 7.7	0.121 8.5	0.133 9.3	0.148 10.4	0.163 11.4	0.178 12.4	0.193 13.4	0.218 15.4	0.243 17.4	0.273 19.4	0.303 21.5	0.333 23.5
160	0.091 4.2	0.076 5.3	0.091 6.3	0.100 7.4	0.111 8.3	0.122 9.1	0.134 10.1	0.149 11.1	0.164 12.1	0.179 13.1	0.194 14.1	0.219 15.1	0.244 17.1	0.274 19.1	0.304 21.1	0.334 23.1
180	0.093 4.3	0.078 5.4	0.093 6.4	0.102 7.5	0.113 8.4	0.124 9.2	0.136 10.2	0.151 11.2	0.166 12.2	0.181 13.2	0.196 14.2	0.221 15.2	0.246 17.2	0.276 19.2	0.306 21.2	0.336 23.2
200	0.095 4.4	0.079 5.5	0.094 6.5	0.103 7.2	0.114 8.1	0.125 8.9	0.137 9.9	0.152 10.9	0.167 11.9	0.182 12.9	0.197 13.9	0.222 15.9	0.247 17.9	0.277 19.9	0.307 21.9	0.337 23.9
250	0.101 4.7	0.087 5.7	0.097 6.7	0.106 7.4	0.117 8.3	0.128 9.1	0.140 10.1	0.155 11.1	0.170 12.1	0.185 13.1	0.199 14.1	0.224 15.1	0.249 17.1	0.279 19.1	0.309 21.1	0.339 23.1
300	0.106 5.0	0.089 6.0	0.099 7.0	0.108 7.7	0.119 8.6	0.130 9.4	0.142 10.4	0.157 11.4	0.172 12.4	0.187 13.4	0.201 14.4	0.226 15.4	0.251 17.4	0.281 19.4	0.311 21.4	0.341 23.4
350	0.109 5.1	0.092 6.1	0.102 7.1	0.111 7.8	0.122 8.7	0.133 9.5	0.144 10.5	0.159 11.5	0.174 12.5	0.189 13.5	0.203 14.5	0.228 15.5	0.253 17.5	0.283 19.5	0.313 21.5	0.343 23.5

发热元件温度: 1600°C
功率: W
工作电压: V
元件电流: 25mm

1800型Φ4/Φ9 U型产品工作参数

热端长度 Le →

发热元件温度: 1700°C 功率: W 炉膛温度: 1600°C 元件电阻 (1700°C): Ω
元件电流: 130A 工作电压: V 表面负荷: 11.5W/cm² 中心间距: 50mm

1800型Φ6/Φ12 U型产品工作参数

热端长度 Le→

冷端长度 Lu↓	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	900	
125	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
140	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
160	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
180	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
200	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
225	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
250	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
280	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
315	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
355	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
400	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
450	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
500	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

发热元件温度: 1700°C 功率: W 炉膛温度: 1600°C 元件电阻 (1700°C): Ω
元件电流: 245A 工作电压: V 表面负荷: 11.5W/cm² 中心间距: 60mm

1800型Φ9/Φ18 U型产品工作参数

热端长度 Le→

冷端长度 Lu↓	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000		
160	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
180	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
200	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
225	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
250	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
280	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
315	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
355	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
400	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
450	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
500	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
560	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
600	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
650	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
700	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
750	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

发热元件温度: 1700°C
元件电流: 360A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1600°C
表面负荷: 11.5W/cm²
元件电阻 (1700°C): Ω
中心间距: 80mm

1800型 Φ12/Φ24 U型产品工作参数

冷端长度 L _u	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	1000
200	0.0151	0.0165	0.0182	0.0199	0.0220	0.0244	0.0272	0.0303	0.0337	0.0372	0.0406	0.0441	0.0475	0.0510	0.0544	0.0579	0.0613	0.0648	0.0717
250	0.0155	0.0169	0.0186	0.0203	0.0224	0.0248	0.0276	0.0307	0.0341	0.0376	0.0410	0.0445	0.0479	0.0514	0.0548	0.0583	0.0617	0.0652	0.0721
280	0.0159	0.0171	0.0188	0.0205	0.0226	0.0250	0.0278	0.0309	0.0345	0.0378	0.0412	0.0447	0.0481	0.0516	0.0550	0.0585	0.0619	0.0654	0.0723
315	0.0160	0.0174	0.0191	0.0208	0.0229	0.0253	0.0281	0.0312	0.0346	0.0381	0.0416	0.0450	0.0484	0.0519	0.0553	0.0588	0.0622	0.0657	0.0726
355	0.0163	0.0177	0.0194	0.0211	0.0232	0.0256	0.0284	0.0315	0.0349	0.0384	0.0418	0.0453	0.0487	0.0522	0.0556	0.0591	0.0625	0.0660	0.0729
400	0.0166	0.0180	0.0197	0.0214	0.0235	0.0260	0.0287	0.0318	0.0353	0.0387	0.0422	0.0456	0.0491	0.0525	0.0560	0.0594	0.0629	0.0663	0.0732
450	0.0170	0.0184	0.0201	0.0218	0.0239	0.0263	0.0291	0.0322	0.0357	0.0391	0.0426	0.0460	0.0495	0.0529	0.0564	0.0598	0.0633	0.0667	0.0736
500	0.0174	0.0188	0.0205	0.0222	0.0243	0.0267	0.0295	0.0326	0.0360	0.0395	0.0429	0.0464	0.0498	0.0533	0.0567	0.0602	0.0636	0.0671	0.0740
550	0.0179	0.0193	0.0210	0.0227	0.0248	0.0272	0.0299	0.0331	0.0365	0.0400	0.0434	0.0469	0.0503	0.0538	0.0572	0.0607	0.0641	0.0675	0.0744
600	0.0182	0.0196	0.0213	0.0230	0.0251	0.0275	0.0303	0.0334	0.0368	0.0403	0.0437	0.0472	0.0506	0.0541	0.0575	0.0610	0.0644	0.0678	0.0747
650	0.0186	0.0199	0.0217	0.0234	0.0255	0.0279	0.0306	0.0337	0.0372	0.0406	0.0441	0.0475	0.0510	0.0544	0.0579	0.0613	0.0648	0.0682	0.0751
700	0.0189	0.0203	0.0221	0.0238	0.0259	0.0283	0.0310	0.0341	0.0376	0.0410	0.0445	0.0479	0.0514	0.0548	0.0583	0.0617	0.0652	0.0686	0.0755
	6.8	7.3	7.9	8.6	9.3	10.2	11.2	12.3	13.5	14.8	16.0	17.3	18.5	19.7	21.0	22.2	23.5	24.7	27.2

热端长度 Le →

发热元件温度: 1820°C
元件电流: 46A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1720°C
表面负荷: 12W/cm²
元件电阻 (1820°C): Ω
中心间距: 25mm

1850型 Φ3/Φ6 U型产品工作参数

冷端长度 L _u	90	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500
50	0.1111	0.1222	0.149	0.166	0.188	0.210	0.231	0.259	0.286	0.312	0.338	0.401	0.451	0.505	0.560
75	0.114	0.125	0.152	0.169	0.191	0.213	0.235	0.262	0.289	0.322	0.361	0.404	0.454	0.509	0.563
100	0.117	0.128	0.155	0.172	0.194	0.216	0.238	0.265	0.292	0.325	0.364	0.408	0.457	0.512	0.566
125	0.120	0.131	0.158	0.175	0.197	0.219	0.241	0.268	0.296	0.328	0.367	0.411	0.460	0.515	0.570
140	0.122	0.133	0.160	0.177	0.199	0.221	0.243	0.270	0.297	0.330	0.369	0.412	0.462	0.517	0.571
160	0.124	0.135	0.163	0.179	0.201	0.223	0.245	0.272	0.300	0.333	0.371	0.415	0.460	0.515	0.574
180	0.127	0.138	0.165	0.182	0.204	0.226	0.247	0.275	0.302	0.335	0.374	0.417	0.467	0.521	0.576
200	0.129	0.140	0.168	0.184	0.206	0.228	0.250	0.277	0.305	0.338	0.376	0.420	0.469	0.524	0.579
250	0.136	0.147	0.174	0.190	0.212	0.234	0.256	0.284	0.311	0.344	0.382	0.426	0.475	0.530	0.585
300	0.142	0.153	0.180	0.197	0.218	0.240	0.262	0.290	0.317	0.350	0.388	0.432	0.481	0.536	0.591
350	0.148	0.159	0.186	0.203	0.225	0.247	0.268	0.296	0.323	0.356	0.394	0.438	0.488	0.542	0.597
	6.8	7.3	8.6	9.3	10.3	11.3	12.3	13.6	14.9	16.4	18.1	20.2	22.4	25.0	27.5

热端长度 Le →

发热元件温度: 1820°C
元件电流: 69A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1720°C
表面负荷: 12W/cm²
元件电阻 (1820°C): Ω
中心间距: φ5mm

1850型φ4/φ9 U型产品工作参数

热端长度 Le →

冷端长度 Ld ↓	90	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500
50	299	329	403	448	508	567	627	701	776	865	970	1089	1223	1372	1521
75	0.063	0.069	0.085	0.094	0.107	0.119	0.132	0.147	0.163	0.182	0.204	0.229	0.257	0.288	0.319
100	0.066	0.072	0.088	0.097	0.109	0.122	0.135	0.150	0.166	0.185	0.207	0.232	0.260	0.291	0.322
125	0.067	0.073	0.089	0.098	0.111	0.123	0.136	0.152	0.167	0.186	0.208	0.233	0.261	0.292	0.324
140	0.068	0.074	0.090	0.099	0.112	0.124	0.137	0.152	0.168	0.187	0.209	0.234	0.262	0.293	0.325
160	0.069	0.075	0.091	0.100	0.113	0.125	0.138	0.154	0.169	0.188	0.210	0.235	0.263	0.294	0.326
180	0.070	0.076	0.092	0.101	0.114	0.127	0.140	0.156	0.172	0.190	0.212	0.237	0.265	0.297	0.328
200	0.071	0.078	0.093	0.103	0.115	0.128	0.140	0.156	0.172	0.190	0.212	0.237	0.265	0.297	0.328
250	0.074	0.080	0.096	0.106	0.118	0.131	0.143	0.159	0.174	0.191	0.213	0.238	0.266	0.298	0.331
300	0.077	0.083	0.099	0.108	0.121	0.133	0.146	0.162	0.177	0.196	0.218	0.243	0.271	0.302	0.334
350	0.080	0.086	0.102	0.111	0.124	0.136	0.149	0.164	0.180	0.199	0.221	0.246	0.274	0.305	0.337
400	0.082	0.088	0.104	0.113	0.126	0.138	0.151	0.166	0.181	0.200	0.222	0.247	0.275	0.306	0.338
450	0.084	0.090	0.106	0.115	0.128	0.140	0.153	0.168	0.183	0.202	0.224	0.249	0.277	0.308	0.340
500	0.086	0.092	0.108	0.117	0.130	0.142	0.155	0.170	0.185	0.204	0.226	0.251	0.279	0.310	0.342

发热元件温度: 1820°C
元件电流: 128A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1720°C
表面负荷: 12W/cm²
元件电阻 (1820°C): Ω
中心间距: φ10mm

1850型φ6/φ12 U型产品工作参数

热端长度 Le →

冷端长度 Ld ↓	125	160	180	200	225	255	280	315	355	400	450	500	550	630	720
125	715	882	978	1074	1193	1337	1456	1624	1815	2031	2270	2509	2796	3181	3561
140	0.044	0.054	0.060	0.066	0.073	0.082	0.089	0.099	0.111	0.124	0.139	0.153	0.171	0.191	0.217
160	0.044	0.054	0.060	0.066	0.073	0.082	0.089	0.100	0.111	0.124	0.139	0.154	0.171	0.192	0.218
180	0.045	0.056	0.061	0.067	0.075	0.083	0.091	0.101	0.112	0.126	0.140	0.155	0.172	0.193	0.219
200	0.046	0.056	0.062	0.068	0.075	0.084	0.091	0.101	0.112	0.126	0.140	0.155	0.172	0.193	0.219
225	0.047	0.057	0.063	0.069	0.076	0.085	0.092	0.102	0.114	0.127	0.142	0.156	0.174	0.194	0.220
250	0.047	0.058	0.064	0.069	0.077	0.085	0.093	0.103	0.115	0.128	0.142	0.157	0.175	0.195	0.221
280	0.048	0.059	0.064	0.070	0.078	0.086	0.094	0.104	0.116	0.129	0.143	0.158	0.175	0.196	0.222
315	0.049	0.060	0.066	0.071	0.079	0.087	0.095	0.105	0.117	0.130	0.144	0.159	0.177	0.197	0.223
355	0.051	0.061	0.067	0.073	0.080	0.089	0.096	0.106	0.118	0.131	0.146	0.160	0.178	0.198	0.224
400	0.052	0.062	0.068	0.074	0.081	0.090	0.097	0.108	0.119	0.132	0.147	0.162	0.179	0.200	0.226
450	0.053	0.063	0.069	0.075	0.082	0.091	0.098	0.109	0.120	0.133	0.148	0.163	0.180	0.201	0.227
500	0.054	0.064	0.070	0.076	0.083	0.092	0.100	0.111	0.122	0.135	0.149	0.164	0.181	0.202	0.228
550	0.055	0.065	0.071	0.077	0.084	0.093	0.101	0.112	0.123	0.136	0.150	0.165	0.182	0.203	0.229
630	0.056	0.066	0.072	0.078	0.085	0.094	0.102	0.113	0.124	0.137	0.151	0.166	0.183	0.204	0.230
720	0.057	0.067	0.073	0.079	0.086	0.095	0.103	0.114	0.125	0.138	0.152	0.167	0.184	0.205	0.231

发热元件温度: 1800°C
元件电流: 241A
功率: W
工作电压: V
护膛温度: 1720°C
表面负荷: 12W/cm²
元件电阻 (1820°C): Ω
中心间距: 60mm

1850型Φ9/Φ18 U型产品工作参数

冷端长度 Le → mm	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	550	600	650	700
200	1362	1582	1730	1914	2099	2321	2579	2875	3207	3577	3946	4315	4685	5054	5423
250	0.027	0.030	0.033	0.036	0.040	0.044	0.049	0.055	0.062	0.068	0.074	0.081	0.087	0.093	0.099
315	5.7	6.6	7.2	7.9	8.7	9.6	10.7	11.9	13.3	14.8	16.4	17.9	19.4	21.0	22.5
355	1474	1622	1769	1954	2139	2360	2619	2915	3247	3616	3986	4355	4725	5094	5463
400	0.025	0.028	0.030	0.034	0.037	0.041	0.045	0.050	0.056	0.062	0.069	0.075	0.081	0.088	0.094
450	6.1	6.7	7.3	8.1	8.9	9.8	10.9	12.1	13.5	15.0	16.5	18.1	19.6	21.1	22.7
500	1698	1846	1993	2193	2413	2643	2909	3271	3640	4009	4379	4749	5118	5487	5856
550	0.026	0.028	0.031	0.034	0.037	0.041	0.046	0.051	0.056	0.063	0.069	0.075	0.082	0.088	0.094
600	6.2	6.8	7.4	8.2	9.0	9.9	11.0	12.2	13.6	15.1	16.6	18.2	19.7	21.2	22.8
650	1526	1674	1821	2006	2191	2412	2671	2966	3299	3668	4038	4407	4776	5146	5515
700	0.026	0.029	0.031	0.035	0.038	0.042	0.046	0.051	0.057	0.063	0.070	0.076	0.082	0.089	0.095
750	6.3	6.9	7.6	8.3	9.1	10.0	11.1	12.3	13.7	15.2	16.8	18.3	19.8	21.4	22.9
800	1558	1705	1855	2058	2223	2444	2703	2998	3331	3700	4070	4439	4808	5178	5547
850	0.027	0.029	0.032	0.035	0.038	0.042	0.047	0.052	0.057	0.064	0.070	0.076	0.083	0.089	0.096
900	6.5	7.1	7.7	8.5	9.2	10.1	11.2	12.4	13.8	15.4	16.9	18.4	20.0	21.5	23.0
950	1594	1741	1889	2074	2259	2480	2739	3034	3367	3736	4106	4475	4844	5214	5583
1000	0.027	0.030	0.033	0.036	0.039	0.043	0.047	0.052	0.058	0.064	0.071	0.077	0.083	0.090	0.096
1050	6.6	7.2	7.8	8.6	9.4	10.3	11.4	12.6	14.0	15.5	17.0	18.6	20.1	21.6	23.2
1100	1634	1781	1929	2114	2298	2520	2779	3074	3407	3776	4145	4515	4884	5254	5623
1150	0.028	0.031	0.033	0.036	0.040	0.043	0.048	0.053	0.059	0.065	0.071	0.078	0.084	0.090	0.097
1200	6.8	7.4	8.0	8.8	9.5	10.5	11.5	12.8	14.1	15.7	17.2	18.7	20.3	21.8	23.3
1250	1673	1821	1969	2154	2338	2560	2819	3114	3447	3816	4185	4555	4924	5294	5663
1300	0.029	0.031	0.034	0.037	0.040	0.044	0.049	0.054	0.059	0.066	0.072	0.078	0.085	0.091	0.098
1350	6.9	7.6	8.2	8.9	9.7	10.6	11.7	12.9	14.3	15.8	17.4	18.9	20.4	22.0	23.5
1400	1721	1869	2017	2202	2386	2608	2866	3162	3494	3864	4233	4603	4972	5341	5711
1450	0.030	0.032	0.035	0.038	0.041	0.045	0.049	0.054	0.060	0.067	0.073	0.079	0.086	0.092	0.098
1500	7.1	7.8	8.4	9.1	9.9	10.8	11.9	13.1	14.5	16.0	17.6	19.1	20.6	22.2	23.7
1550	1753	1901	2049	2233	2418	2640	2898	3194	3526	3896	4265	4635	5004	5373	5743
1600	0.030	0.033	0.035	0.038	0.042	0.045	0.050	0.055	0.061	0.067	0.073	0.080	0.086	0.093	0.099
1650	7.3	7.9	8.5	9.3	10.0	11.0	12.0	13.2	14.6	16.2	17.7	19.2	20.8	22.3	23.8
1700	1793	1941	2089	2273	2458	2680	2938	3234	3566	3936	4305	4674	5044	5413	5783
1750	0.031	0.033	0.036	0.039	0.042	0.046	0.051	0.056	0.061	0.068	0.074	0.080	0.087	0.093	0.100
1800	7.4	8.1	8.7	9.4	10.2	11.1	12.2	13.4	14.8	16.3	17.9	19.4	20.9	22.5	24.0

发热元件温度: 1800°C
元件电流: 45A
功率: W
工作电压: V
护膛温度: 1750°C
表面负荷: 9W/cm²
元件电阻 (1800°C): Ω
中心间距: 25mm

1900型Φ3/Φ6 U型产品工作参数

冷端长度 Le → mm	50	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400
145	230	272	298	332	365	399	442	484	535	594	662	738	814
125	0.072	0.113	0.134	0.147	0.164	0.180	0.197	0.218	0.239	0.264	0.293	0.327	0.365
140	3.2	5.1	6.0	6.6	7.4	8.1	8.9	9.8	10.8	11.9	13.2	14.7	16.4
160	149	234	277	302	336	370	404	446	489	539	599	667	743
180	0.076	0.118	0.139	0.151	0.168	0.185	0.202	0.223	0.244	0.269	0.298	0.331	0.369
200	3.4	5.3	6.2	6.8	7.6	8.3	9.1	10.0	11.0	12.1	13.4	14.9	16.6
250	158	243	286	311	345	379	413	455	498	548	608	676	752
300	0.078	0.120	0.141	0.154	0.170	0.187	0.204	0.225	0.246	0.271	0.300	0.334	0.371
350	3.5	5.4	6.3	6.9	7.7	8.4	9.2	10.1	11.1	12.2	13.5	15.0	16.7
400	163	248	290	316	350	383	417	460	502	553	612	680	756
450	0.080	0.122	0.143	0.156	0.173	0.189	0.206	0.227	0.248	0.273	0.302	0.336	0.374
500	3.6	5.5	6.4	7.0	7.8	8.5	9.3	10.2	11.2	12.3	13.6	15.1	16.8
550	176	261	304	329	363	397	431	473	516	566	626	694	770
600	0.087	0.129	0.150	0.163	0.179	0.196	0.213	0.234	0.255	0.280	0.309	0.343	0.380
650	3.9	5.8	6.7	7.3	8.1	8.8	9.6	10.5	11.5	12.6	13.9	15.4	17.1
700	190	275	317	343	377	410	444	487	529	580	639	707	783
750	0.094	0.136	0.157	0.169	0.186	0.203	0.219	0.240	0.261	0.286	0.316	0.349	0.387
800	4.2	6.1	7.0	7.6	8.4	9.1	9.9	10.8	11.8	12.9	14.2	15.7	17.4
850	203	288	331	356	390	424	458	500	543	593	653	721	797
900	0.100	0.142	0.163	0.176	0.193	0.209	0.226	0.247	0.268	0.293	0.322	0.356	0.394
950	4.5	6.4	7.3	7.9	8.7	9.4	10.2	11.1	12.1	13.2	14.5	16.0	17.7

发热元件温度: 1800℃
元件电流: 72A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1780℃
表面负荷: 10.5W/cm²
元件电阻 (1850℃): Ω
中心间距: 25mm

1900 型Φ4/Φ9 U 型产品工作参数

冷端长度 Le →

冷端长度 Le →	50	100	125	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500
140	213	345	411	450	503	556	609	675	741	820	912	1017	1136	1268	1400
140	0.041	0.087	0.079	0.087	0.097	0.107	0.117	0.130	0.143	0.158	0.176	0.196	0.219	0.245	0.270
140	3.0	4.8	5.7	6.3	7.0	7.7	8.5	9.4	10.3	11.4	12.7	14.1	15.8	17.6	19.4
140	0.042	0.088	0.081	0.088	0.098	0.109	0.119	0.132	0.144	0.160	0.177	0.198	0.221	0.246	0.271
140	3.1	4.9	5.8	6.4	7.1	7.8	8.6	9.5	10.4	11.5	12.8	14.2	15.9	17.7	19.5
160	228	359	425	465	518	570	623	689	755	834	926	1032	1151	1282	1414
160	0.044	0.089	0.082	0.090	0.100	0.110	0.120	0.133	0.146	0.161	0.179	0.199	0.222	0.247	0.273
160	3.2	5.0	5.9	6.5	7.2	7.9	8.7	9.6	10.5	11.6	12.9	14.3	16.0	17.8	19.6
180	235	366	432	472	525	577	630	696	762	841	934	1039	1158	1290	1422
180	0.045	0.091	0.083	0.091	0.101	0.111	0.122	0.134	0.147	0.162	0.180	0.200	0.223	0.249	0.274
180	3.3	5.1	6.0	6.6	7.3	8.0	8.8	9.7	10.6	11.7	13.0	14.4	16.1	17.9	19.7
200	242	374	440	479	532	585	637	703	769	848	941	1046	1165	1297	1429
200	0.047	0.092	0.085	0.092	0.103	0.113	0.123	0.136	0.148	0.164	0.181	0.202	0.225	0.250	0.276
200	3.4	5.2	6.1	6.7	7.4	8.1	8.9	9.8	10.7	11.8	13.1	14.5	16.2	18.0	19.8
250	256	388	454	494	546	599	652	718	784	863	955	1061	1179	1311	1443
250	0.047	0.092	0.084	0.091	0.101	0.111	0.121	0.133	0.145	0.160	0.177	0.196	0.218	0.243	0.267
250	3.6	5.4	6.3	6.9	7.6	8.3	9.1	10.0	10.9	12.0	13.3	14.7	16.4	18.2	20.0
300	271	402	468	508	561	613	666	732	798	877	970	1075	1194	1326	1458
300	0.052	0.098	0.090	0.098	0.108	0.118	0.129	0.141	0.154	0.169	0.187	0.207	0.230	0.256	0.281
300	3.8	5.6	6.5	7.1	7.8	8.5	9.3	10.2	11.1	12.2	13.5	14.9	16.6	18.4	20.2
350	285	417	483	522	575	628	681	747	813	892	984	1089	1208	1340	1472
350	0.055	0.080	0.093	0.101	0.111	0.121	0.131	0.144	0.157	0.172	0.190	0.210	0.233	0.258	0.284
350	4.0	5.8	6.7	7.3	8.0	8.7	9.5	10.4	11.3	12.4	13.7	15.1	16.8	18.6	20.4

发热元件温度: 1850℃
元件电流: 130A
功率: W
工作电压: V
炉膛温度: 1800℃
表面负荷: 10.5W/cm²
元件电阻 (1850℃): Ω
中心间距: 50mm

1900 型Φ6/Φ12 U 型产品工作参数

冷端长度 Le →

冷端长度 Le →	125	160	180	200	225	255	280	315	355	400	450	500	560
140	674	808	888	967	1066	1184	1283	1422	1580	1758	1956	2154	2391
140	0.040	0.048	0.053	0.057	0.063	0.070	0.076	0.084	0.093	0.104	0.116	0.127	0.141
140	5.2	6.3	6.8	7.4	8.2	9.1	9.9	10.9	12.2	13.5	15.0	16.6	18.4
160	687	821	901	980	1079	1197	1296	1435	1593	1771	1969	2167	2404
160	0.041	0.049	0.053	0.058	0.064	0.071	0.077	0.085	0.094	0.105	0.116	0.128	0.142
160	5.3	6.3	6.9	7.5	8.3	9.2	10.0	11.0	12.3	13.6	15.1	16.7	18.5
180	700	834	914	993	1092	1210	1309	1448	1606	1784	1982	2180	2417
180	0.041	0.049	0.054	0.059	0.065	0.072	0.077	0.086	0.095	0.106	0.117	0.129	0.143
180	5.4	6.4	7.0	7.6	8.4	9.3	10.1	11.1	12.4	13.7	15.2	16.8	18.6
200	713	847	927	1006	1105	1223	1322	1461	1619	1797	1995	2193	2430
200	0.042	0.050	0.055	0.060	0.065	0.072	0.078	0.086	0.096	0.106	0.118	0.130	0.144
200	5.5	6.5	7.1	7.7	8.5	9.4	10.2	11.2	12.5	13.8	15.3	16.9	18.7
225	726	859	940	1019	1118	1236	1335	1474	1632	1810	2008	2206	2443
225	0.043	0.051	0.056	0.060	0.066	0.073	0.079	0.087	0.097	0.107	0.119	0.131	0.145
225	5.6	6.6	7.2	7.8	8.6	9.5	10.3	11.3	12.6	13.9	15.4	17.0	18.8
250	739	873	953	1032	1131	1249	1348	1487	1645	1823	2021	2219	2456
250	0.044	0.052	0.056	0.061	0.067	0.074	0.080	0.088	0.097	0.108	0.120	0.131	0.145
250	5.7	6.7	7.3	7.9	8.7	9.6	10.4	11.4	12.7	14.0	15.5	17.1	18.9
280	752	886	966	1045	1144	1262	1361	1500	1658	1836	2034	2232	2469
280	0.044	0.052	0.057	0.062	0.068	0.075	0.081	0.089	0.098	0.109	0.120	0.132	0.146
280	5.8	6.8	7.4	8.0	8.8	9.7	10.5	11.5	12.8	14.1	15.6	17.2	19.0
315	778	912	992	1071	1170	1288	1387	1526	1684	1862	2060	2258	2495
315	0.046	0.054	0.059	0.063	0.069	0.076	0.082	0.090	0.100	0.110	0.122	0.134	0.148
315	6.0	7.0	7.6	8.2	9.0	9.9	10.7	11.7	13.0	14.3	15.8	17.4	19.2
355	804	938	1018	1097	1196	1314	1413	1552	1710	1888	2086	2284	2521
355	0.048	0.056	0.060	0.065	0.071	0.078	0.084	0.092	0.101	0.112	0.123	0.135	0.149
355	6.2	7.2	7.8	8.4	9.2	10.1	10.9	11.9	13.2	14.5	16.0	17.6	19.4
400	830	964	1044	1123	1222	1340	1439	1578	1736	1914	2112	2310	2547
400	0.049	0.057	0.062	0.066	0.072	0.079	0.085	0.093	0.103	0.113	0.125	0.137	0.151
400	6.4	7.4	8.0	8.6	9.4	10.3	11.1	12.1	13.4	14.7	16.2	17.8	19.6
450	856	990	1070	1149	1248	1366	1465	1604	1762	1940	2138	2336	2573
450	0.051	0.059	0.063	0.068	0.074	0.081	0.087	0.095	0.104	0.115	0.126	0.138	0.152
450	6.6	7.6	8.2	8.8	9.6	10.5	11.3	12.3	13.6	14.9	16.4	18.0	19.8
500	882	1016	1096	1175	1274	1392	1491	1630	1788	1966	2164	2362	2599
500	0.052	0.060	0.065	0.070	0.075	0.082	0.088	0.096	0.106	0.116	0.128	0.140	0.154
500	6.8	7.8	8.4	9.0	9.8	10.7	11.5	12.5	13.8	15.1	16.6	18.2	20.0



八、二硅化钼电热元件夹具概况

二硅化钼电热元件夹具主要包括固定和导电用备件，固定用备件主要是固定瓷块，根据电热元件直径和中心距等参数规格各不相同，一般情况我们都是标准尺寸备件，如有特殊需求可以进一步沟通。导电用备件是铝编织连接带，主要是起到连接发热元件和导线的作用，具体规格可以根据用户需求进行选择，特殊规格我们可以定制。

1. 固定瓷块



2. 连接带



3. 卡环和不锈钢夹扣

