

CARBOLITE
IGERO 30-3000°C

CARBOLITE IGERO

CARBOLITE
IGERO 30-3000°C

最高可达3000°C的真空炉、气氛反应炉

最高可达3000°C的真空炉、气氛反应炉



CARBOLITE
IGERO 30-3000°C



Carbolite · Gero (卡博莱特·盖罗) 中国总部

中国总部
上海张江高科技园区毕升路299弄
富海商务苑(一期)8栋
中国 上海 201204
电话 +86 21 33932950
传真 +86 21 33932955

北京办事处
北京市海淀区马甸东路17号
金澳国际大厦1013-1015室
中国 北京 100080
电话 +86 10 82608745
传真 +86 10 82608766

广州办事处
广州市天河区华庭路4号
富力天河商务大厦905室
中国 广州 510610
电话 +86 20 85507317
传真 +86 20 85507503

武汉办事处
武汉市洪山区珞瑜路95号
融科珞瑜中心T1-2-2301室
中国 武汉 430079
电话 +86 27 87654090
传真 +86 27 87654090

part of **VERDER**
scientific

CARBOLITE
IGERO 30-3000°C

ELTRA

Retsch

Retsch
TECHNOLOGY

Subject to technical modifications and errors | 08-2015

part of **VERDER**
scientific

固体样品前处理的艺术

弗尔德（上海）仪器设备有限公司（Verder Shanghai Instruments and Equipment Co., Ltd.）其前身是弗尔德莱驰（上海）贸易有限公司，是弗尔德集团在华设立的全资子公司，总部位于上海，在北京、广州、武汉等地设有办事处及实验室。全面负责德国 Retsch（莱驰）粉碎、研磨、筛分设备，德国 Retsch Technology（莱驰科技）多功能粒度粒形分析仪，Carbolite·Gero（卡博莱特·盖罗）烘箱、高温烘箱、箱式马弗炉、灰化炉、管式马弗炉、气氛马弗炉、真空马弗炉、高温马弗炉及工业定制炉，Eltra（埃尔特）碳/氢/氧/氮/硫元素分析仪在中国的市场销售、推广和技术服务。

Retsch[®]

Solutions in Milling & Sieving

固体样品的研磨、粉碎、筛分。



www.retsch.cn

CARBOLITE[®]

Leading Heat Technology

实验室及工业烘箱和马弗炉，最高温度达1800摄氏度。



www.carbolite.cn

Retsch[®]

TECHNOLOGY
Solutions in Particle Sizing

测量微米级粉体的粒度粒形分析仪。



www.retsch-technology.cn

CARBOLITE
IGERO 30-3000°C

高温真空炉、气氛炉、定制炉温度最高可达3000°C。



www.carbolite-gero.cn

ELTRA

ELEMENTAL ANALYZERS

碳、硫、氧、氮、氢元素分析仪及元素分析仪。



www.eltra.com/cn



英德工艺 熔于一炉

Carbolite-Gero (卡博莱特·盖罗) 是弗尔德集团建立的专业马弗炉品牌，拥有了全系列炉类产品，加热温度从室温至3000°C，容积从3L至14000L，应用领域覆盖实验室至工业，包括各类气氛炉类产品。

卡博莱特·盖罗有二大生产基地。一个位于英国谢菲尔德，成立于1938年。产品线为各类烘箱和马弗炉，最高温度1800摄氏度。公司的名称来源于碳化硅加热元件，其应用于早期的产品中。另一个产品线位于德国诺伊豪森，盖罗公司成立于1982年，产品线为高温炉。GERO盖罗的名称来源于公司的二个创立者的姓名：Roland Geiger和Gerd Lamprecht。二人最初致力于晶体生长设备，随后基于对高端加热设备技术的掌握，研发了各种气氛下的热处理炉，最高温度可达到3000摄氏度。

卡博莱特·盖罗拥有几十年的高温炉技术，有着广泛的标准炉型，涵盖全部温度范围。我们能研发和制造复杂的热处理定制炉型。卡博莱特·盖罗技术人员有高级工程师、物理和化学工程师等，他们在最高达3000摄氏度的热处理应用中有着丰富的经验。这些技术和学科的深度经验，为卡博莱特·盖罗有能力提供大部分热处理解决方案，提供了强

有力的保证。

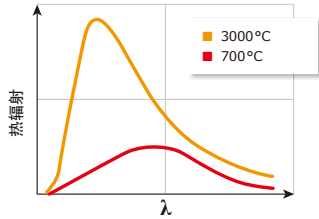
卡博莱特·盖罗方案灵活，是为数不多的有能力基于工程学、材料科学、排胶、烧结、金属/陶瓷注塑成型 (MIM/CIM)、钎焊领域的经验，为用户提供个性化的应用要求的加热炉制造公司。

卡博莱特·盖罗以满足用户需求为中心，提供设备选型指导，有专业领域的工程师为全球的用户提供现场安装和调试服务。

Carbolite-Gero (卡博莱特·盖罗) 属于Verder Scientific Division (弗尔德科学仪器事业部)，弗尔德科学仪器事业部旗下还拥有RETSCH (莱驰)、德国Retsch Technology (莱驰科技)、Eltra (埃尔特) 等。

www.carbolite-gero.cn





	型号	页数
简介		
热物理学		06
真空技术		08
炉子选型指导		10
索引		82

30 °C - 1300 °C

这类温度范围的炉子随着温度的升高，有不同的加热方式。EBO型号的加热媒介是热水，最高温度120摄氏度。EBO专注于催化排胶工艺。其他型号的炉子采用铁铬铝加热丝，最高应用温度至1300摄氏度。每种型号的炉子，会简单介绍特定的应用。



排胶、退火、钎焊和管式炉		
排胶炉120°C	EBO	14
退火炉1100°C	GLO	16
钎焊管式炉1050°C	VL	20
管式炉1350°C	F	22
开合式管式炉1300°C	F-A	23
8区控温管式炉1300°C	AZ	24

1300 °C - 3000 °C

这类温度范围的管式炉或热壁炉使用的是硅钼棒加热元件，以达到最高1800度。其他的炉称为冷壁炉，因为炉膛采用水冷方式。最高可达3000摄氏度。每种型号的炉子，会简单介绍特定的应用。



管式炉		
水平管式炉1800°C	HTRH	28
垂直管式炉1800°C	HTRV	30
垂直开合式管式炉1700°C	HTRV-A	31
氢气气氛管式炉1600°C	HTRH-H ₂	32
箱式炉		
箱式炉2200°C	HTK	34
箱式炉1800°C	HTKE	40
钟罩炉		
钟罩炉2200°C	HBO	42
钟罩炉1800°C	HB	46
底部装载炉		
底部装载炉2200°C	HTBL	48
实验室炉		
实验室炉3000°C	LHT	52
特殊应用炉		
布里奇曼晶体生长炉1800°C	BV-HTRV	56
分压烧结炉1450°C	PDS	58

页数

特殊应用炉 及可选项

这一章节介绍了一些特殊的炉型。如：为金属注塑成型提供从排胶到烧结一套完整的工艺。SERIE 3000基于标准的LHTG和HTK GR炉型，配备了用于热分解的可选项及3000°C下的应用选项。本章节介绍了晶体生长炉和特殊应用的定制热处理系统。



金属注塑成型 (MIM)

排胶烧结一体炉 62

SERIE 3000石墨炉

箱式和实验室炉3000°C 64

晶体生长炉

布里奇曼晶体生长解决方案 68

斯托克巴杰晶体生长解决方案 70

用于晶体生长的配件 71

定制炉

欧洲核子研究组织大型反应炉 72

可更换加热罐的实验室炉 73

大型F系列管式炉 73

可选项

智能集成：测量和控制系统 74

配件和可选项 76

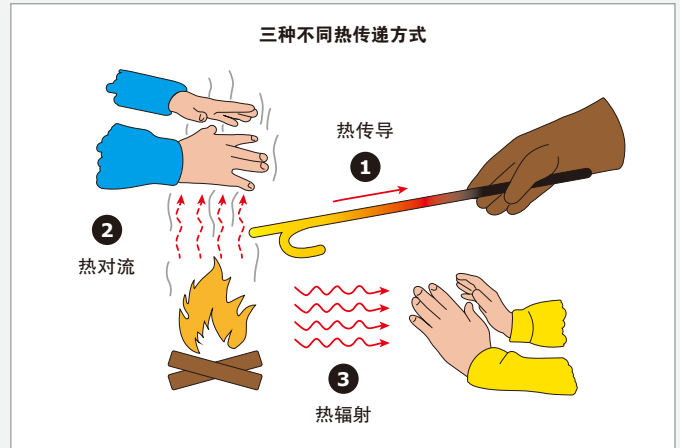
管式炉配件和可选项 80

免责声明

卡博莱特·盖罗的政策是致力于不断研发、改进产品，目录也会随之进行修改。卡博莱特·盖罗保留，在不提前通知的情况下，更改技术规格的权利。但设备最终的性能不会降低。合同签订之前，技术条款需经过卡博莱特·盖罗确认。



热是由分子、原子、电子的不规则运动而产生的。例如：温度在气体中传导的原理是气体中的分子和原子在做布朗运动。在液体中也是同样的原理。在固体中的电子热运动会形成电荷，这就是热电偶测量温度的原理。标准热电偶型号有：K、N、S、R、B、C型。代表着不同种类的金属，二种不同种类金属的端头焊在一起，就形成了热电偶。最高温度到3000摄氏度时，由红外测温计来测量和控制温度。



热传递和热膨胀

这里有三个热传递机制：对流、传导、辐射。

1 热传导 (依赖介质):

热传导是指热量 (ΔQ)，在特定的时间内 (Δt)，由热源传递到物体表面 (A)。热源与物体可以是固体、液体或气体。每一种物体都有自己的热导率 (κ)，所有的热传导是在热源与物体在区间内 (ΔT) 有温差 (Δx)，并直接接触 (或有媒介) 时发生。

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = -\kappa \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

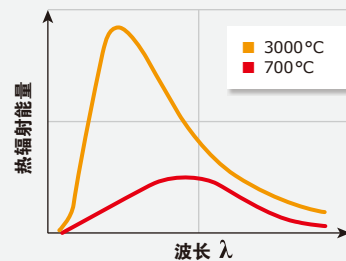
2 热对流 (依赖介质):

热对流是指热量通过流动介质如：液体或气体，由炉子热源传播到炉膛现象。温度较高的一处，气体 / 液体的分子积累了动能，向温度较低的一处扩散。热对流发生在温度700摄氏度以下，并且需要质介，真空环境下无法进行热对流。

3 热辐射 (不依赖介质):

热辐射是由热源向外辐射的一种电磁波。这种现象犹如炉膛中可以看到的光。热辐射发生在700摄氏度左右时为红色的光，1000摄氏度时为黄色的光，1500摄氏度时呈现出亮白色的光。热辐射同样发生在700摄氏度以上的真空环境。不需要物体直接接触 (或介质) 热源。物体表面 (A) 的辐射能量 (P) 及温度 (T) 之间的关系是著名的普朗克方程。

$\sigma = 5.7 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}^4}$ 是黑体辐射常数。

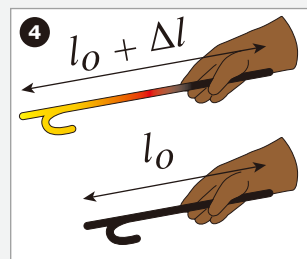


$$P = \sigma AT^4$$

4 热膨胀:

每种物质都有其特定热膨胀系数 (α)。当一种物质被加热到一个特定的温度 (ΔT)，其尺寸大小就会膨胀 (Δl)。

由于这个原因，管式炉的陶瓷工作管，当温度急速下降时，会产生很大的应力。这就是为什么不推荐大直径特殊工作管的原因，当温度快速变化时容易断裂。



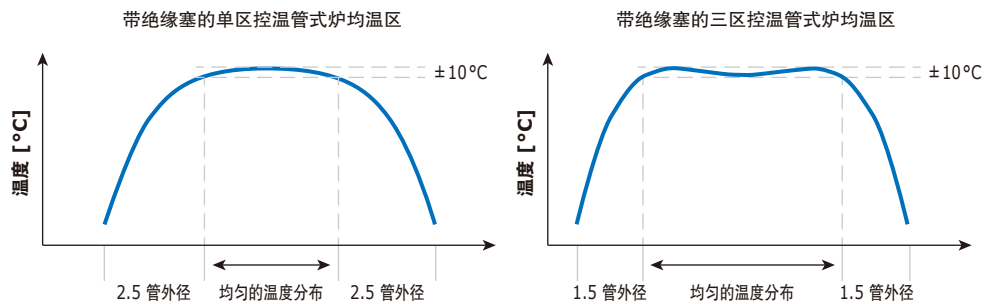
$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta T$$

炉子设计与保温原理

在现实当中，三种热传递会同时发生。为了设计出温度均匀性良好的炉子，需要花费大量的时间用于计算和模拟。卡博莱特盖罗积累了大量的，设计出优秀热处理系统的经验。一些重要的经验如下：

多区控制：

多区控温管式炉用于补偿工作管二端的低温段。我们可提供三区，甚至八区控温的管式炉。



气氛盒：

样品放置在气氛盒中，是为了改善有效空间内的温度均匀性。同时也可以处理反应罐中的特殊气体。如排胶时的废气可以排出反应罐是为了改善有效空间内的温度均匀性。同时也可以处理气氛盒中的特殊气体。如排胶时的废气可以排出气氛盒。



配有气体排出口的石墨反应罐

精良的设计：

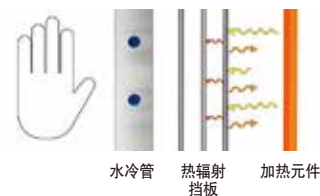
高品质对称设计对提高炉内温度均匀性有着重要的作用。如空气循环炉，空气被预热后再循环。炉温低时装有空气循环系统和特殊的导流板。



空气循环风机叶轮

辐射屏障：

在金属炉子中，隔热材料是一片片金属隔热屏障。通过一片片的金属板，热辐射被反射，最外层是水冷层。为了进一步提高温度均匀性，水冷层，辐射金属板和加热元件必须高度对称。



高等级保温材料：

石墨和陶瓷纤维保温材料的热导系数 (κ) 非常低，常被用于作为炉子的保温材料，依据炉子的最高温度来选择保温材料的厚度和品质。



如今许多热处理工艺需要在真空条件下进行。如真空冶金，退火，晶体生长，钎焊和其他工艺，都必须结合真空技术和热处理工艺。为了达到这个目的，样品必须放在密闭的环境中。如气密管式炉工作管，气密气氛盒，或气密水冷层。这样空气被尽可能地抽出，降低氧气含量，样品不容易被氧化。除此之外，1800摄氏度以上的热处理过程中，降低氧含量也是为了防止加热元件和保温材料被氧化。可以提供不同类型的气体混合气氛，如氮气，氧气，氩气及其他含量很低的气体。

一个标准大气压下，空气中含有21%的氧气。当炉子在抽真空的过程中，炉膛内的氧气压力逐步降低。不同的真空水平，取决于不同的真空范围。真空范围见表1。当炉子处于真空状态时，也可通入高纯气氛。这也是真空炉的另一个特点，可通入惰性气氛和反应气氛。

空气中的各种混合气体作无规则的运动，撞击炉内壁。因此会有个力 (F) 作用于表面 (A)，得到一个压强 (P)。这个压强取决于温度。温度越高作用力越大，温度越低越小。根据开尔文绝对0度 (-273摄氏度) 时，压强为0。因为这时的粒子不再动。 $T_c = T_k - 273^\circ\text{C}$

一个标准大气压和室温条件下，炉膛内外力是平衡的。如果达到真空条件后，气氛产生的表面作用力，符合下列等式：

$$p := \frac{F}{A}$$

压强的国际标准单位称作帕斯卡。 $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ 如今方便的使用 mbar 毫巴作为真空单位。这个单位经常被使用， $1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa}$

真空范围

表 1

	超高真空	高真空	精真空	粗真空
真空度 [mbar]	$< 10^{-7}$	$10^{-7} - 10^{-3}$	$10^{-3} - 1$	$1 - 1000$
气压 [cm^{-3}]	$< 10^9$	$10^9 - 10^{13}$	$10^{13} - 10^{16}$	$10^{16} - 10^{19}$

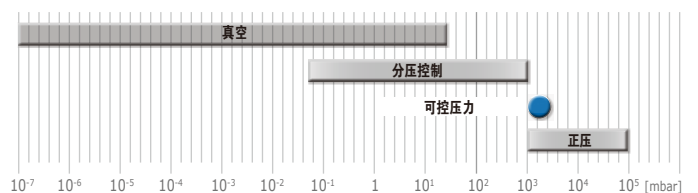
表1列出了四种不同的真空度，根据气压范围决定。表1的最后一行代表了在不同的真空度时，1立方厘米空间内粒子的数量。

第9页介绍了用于高温炉的最常用的真空泵以及可达到的真空范围。粗真空度常采用单级旋片泵。二级旋片泵可接近精真空，但效果不是很好。为了达到精真空度，旋片泵和罗茨真空泵会结合使用。要达到高真空度，需要分子泵或者和油扩散泵一起使用。

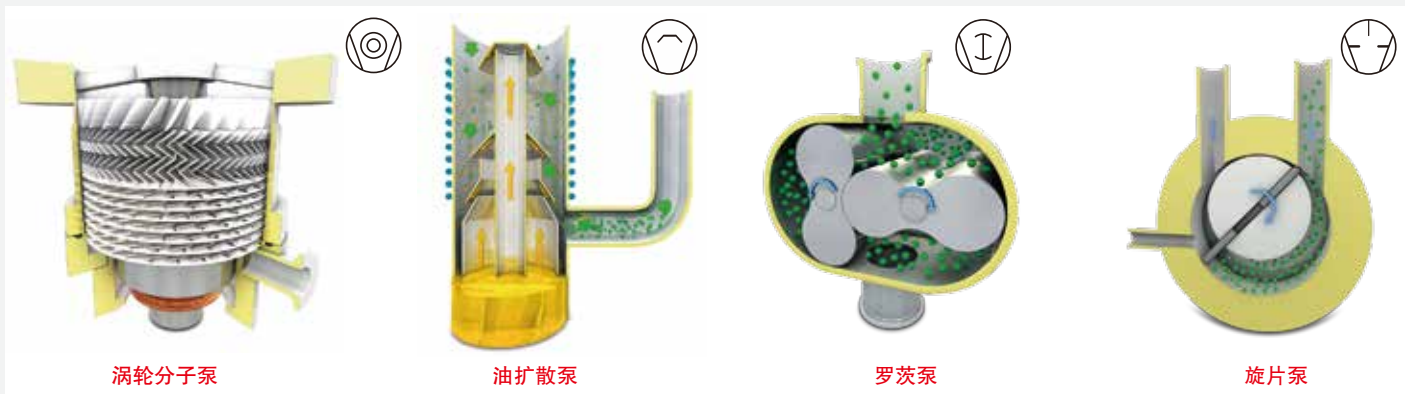
压力环境

热处理可在不同的气氛下进行，以下是四种不同的气氛环境：

- 1. 真空：**不同的真空泵可达到不同的真空度。数值见下图。
- 2. 分压控制：**气体充入炉膛，配合泵组，可调节炉膛内的压力。因此可实现低于大气压的特定的气流控制。
- 3. 可控压力：**气体通入炉膛时，形成微正压。泄压阀会释放过多的气体。
- 4. 正压：**气体持续通入炉膛，最高可到正压100 bar。



真空泵



涡轮分子泵由快速旋转的叶片和定子组成。旋转速度可超过每分钟10,000转。利用高速旋转的动叶轮将动量传给气体分子，使气体产生定向流动而抽出空气。结合预抽真空泵，可达到较高的真空度或高真空度。对于要达到高真空或超高真空，涡轮分子泵是目前使用最方便的真空泵。运动缓慢的重颗粒或分子，相对于运动较快的轻颗粒，会更快被抽出炉膛。涡轮分子泵提供了无碳氢化合物的真空环境。因此，可使炉膛获得高纯的真空环境。

油扩散泵内部没有运动部件。油扩散泵是借着高速油蒸汽流带走气体以达到抽空气分子目的。在泵的底部，油加热成蒸汽，以极高速度从泵喷口的缝隙喷出，油冷凝后可被再加热气化。油扩散泵能快速达到高真空，虽然有一些油分子会滞留在炉膛内。

罗茨泵适合精真空环境下的热处理。抽吸腔不需要油润滑。两个转轮相对运动，转轮结构精确，与腔体之前几乎没有空隙。需要配合预抽真空泵一起使用。

旋片泵是预抽真空泵。这是最常用的真空泵。可单个或二个一起使用。可在空气气氛下使用，其转速约每分钟1500转。抽吸腔需要油润滑。径向运动的转轮用于排出空气，可实现粗真空。单级泵仅可达到最低的精真空。

这些是真空炉最常用的真空泵。也可根据用户要求，提供特殊的真空系统。例如需要排出反应气氛。这些应用要求真空系统不能含有润滑油或者特殊的润滑油。一些特殊真空泵，如隔膜泵，克里昂（Kryo）泵，离子吸气泵，也可提供。

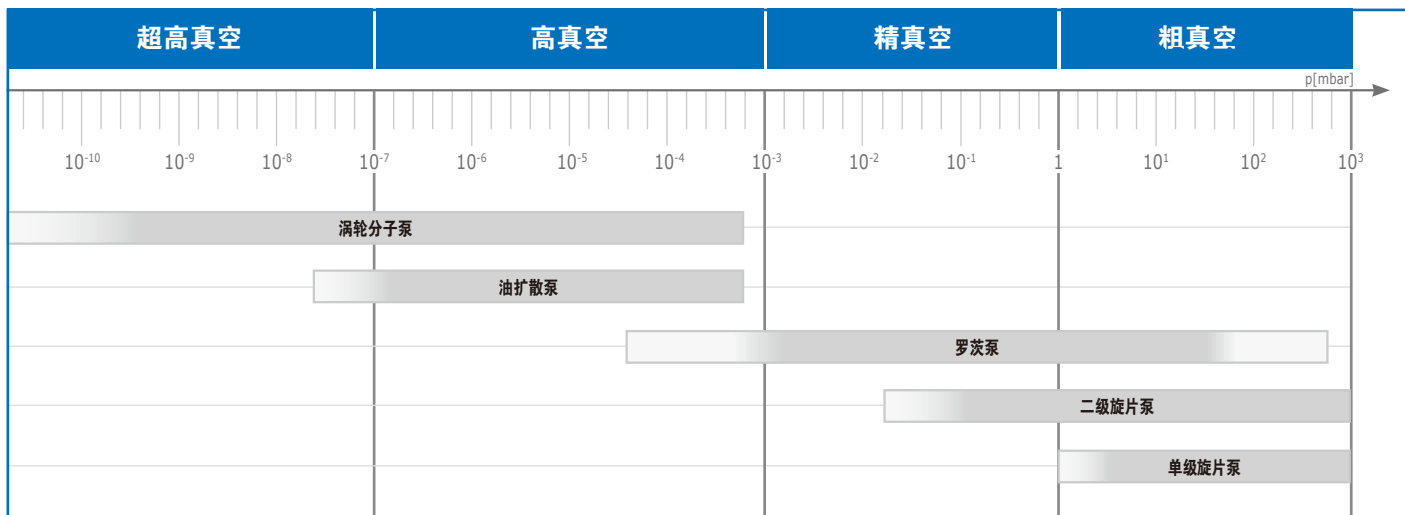


图 1

温度

对于热处理工艺，第一个问题就是温度。电阻丝加热的炉子会受到最高温度的限制。这里有三种不同的保温材料：陶瓷纤维保温材料，金属（钼或钨）防辐射屏障和石墨毡。铁铬铝和硅钼棒是常见的二种加热元件。热导率低的陶瓷纤维被用于隔绝热量。这二种加热元件需要在氧气气氛下加热，使其表面形成氧化保护层。钼或钨的加热元件的隔热材料是由其本身材料做成的防辐射片。这些防辐射片是由多层组成，用于反射热辐射，起到隔热的作用。这类加热元件和保温材料禁止含有氧化气氛。由于金属材料的蒸汽压低，可实现高真空。石墨加热元件的隔热材料是石墨毡，要禁止含有氧化气氛。受到石墨蒸汽压的影响，在加热过程中不可避免碳元素释放到炉膛中。不同的加热方式，有着不同的最高温度。第一个区间是从30-1300摄氏度，第二个区间从1300-3000摄氏度。

气氛

接下来的问题是决定热处理工艺在哪种气氛下进行。图2列举了不同的气氛下的温度范围以及不同的加热元件。最重要的是不同的气氛要匹配的加热元件。甚至可通入一氧化碳，氢气，氩气。根据以下规则：最高温度1800摄氏度时，可以是空气或气氛，如：空气，氧气，氮气，氩气，氢气和各真空级别。如果工作温度在1800-2200摄氏度之间，热处理工艺要在氮气，氩气，氢气及各真空等级下进行。如要求温度在2200-3000摄氏度，工艺必须在氩气氛下进行。

结论

至此，热处理工艺的温度及气氛条件都已介绍清楚。加热元件及温度、气氛的关系可参考图2所示，这些法则可用于不同的炉子。另外，炉子的选型还与有效空间，装载等有关。

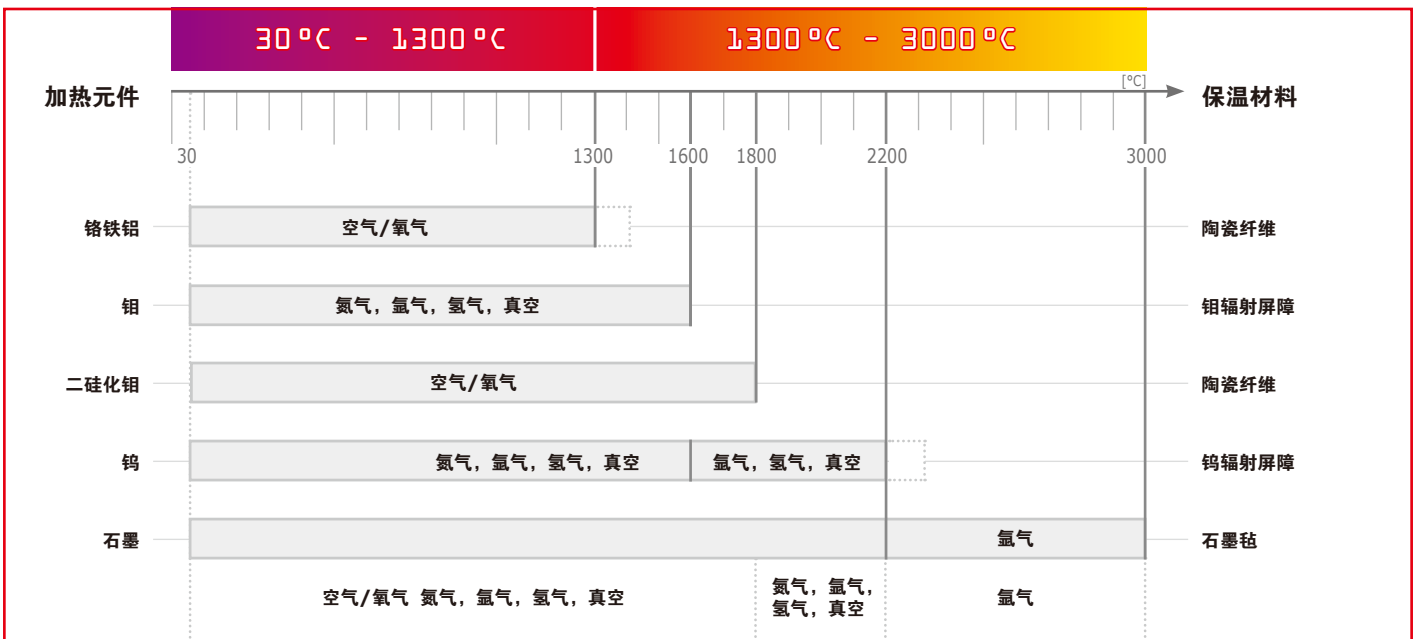


图2：炉子的选型指南

标注

-  首选
-  适合
-  有限的适用
- 不适用

应用																
淬火	退火	灼烧	回火	钎焊	除气	热分解	硅化处理	碳化	快速成型技术	烧结	排胶	合成	升华	干燥	晶体生长	金属注塑成型

排胶, 退火, 钎焊和管式炉

型号 加热原理 页码

排胶炉, 可达 120 摄氏度	EBO	water	14-15
退火炉, 可达 1100 摄氏度	GLO	CrFeAl	16-19
钎焊管式炉, 可达 1050 摄氏度	VL	CrFeAl	20-21
管式炉, 可达 1350 摄氏度	F	CrFeAl	22
翻开式管式炉, 可达 1300 摄氏度	F-A	CrFeAl	23
8 区控温管式炉, 可达 1300 摄氏度	AZ	CrFeAl	24-25

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	○
○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-
○	○	○	○	○	○	-	-	-	○	○	-	○	○	○	-	-
○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	-	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○

管式炉

水平管式炉, 可达 1800 摄氏度	HTRH	MoSi ₂	28-29
垂直管式炉, 可达 1800 摄氏度	HTRV	MoSi ₂	30
翻开式垂直管式炉, 可达 1700 摄氏度	HTRV-A	MoSi ₂	31
氢气管式炉, 可达 1600 摄氏度	HTRH-H₂	MoSi ₂	32-33

-	-	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	-	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○
-	-	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	-	○	○	○

箱式炉

箱式炉, 金属保温材料, 可达 1600 或 2200 摄氏度	HTK MO / HTK W	Mo / W	34-39
箱式炉, 石墨保温材料, 可达 2200 摄氏度	HTK GR	GR	34-39
箱式炉, 陶瓷纤维保温材料, 可达 1800 摄氏度	HTK KE	CrFeAl or MoSi ₂	34-39
箱式炉, 陶瓷纤维保温材料, 非真空, 可达 1800 摄氏度	HTKE	MoSi ₂	40-41

-	-	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	-	○	○	○	○
-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○
○	○	○	○	-	-	○	-	-	○	○	○	-	○	○	-	-
○	○	○	○	-	-	○	-	-	○	○	○	-	○	○	-	-

钟罩炉

钟罩炉, 金属保温材料, 可达 1600 或 2200 摄氏度	HBO MO / HBO W	Mo / W	42-45
钟罩炉, 陶瓷纤维保温材料, 可达 1800 摄氏度	HB	CrFeAl or MoSi ₂	46-47

-	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○	○	-	○	○	○
○	○	○	○	-	-	○	-	-	○	○	○	○	-	○	○	-

底部装载炉

底部装载炉, 金属保温材料, 可达 1600 或 2200 摄氏度	HTBL MO / HTBL W	Mo / W	48-51
底部装载炉, 石墨保温材料, 可达 2200 摄氏度	HTBL GR	GR	48-51

-	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○	○	-	-	○	○
-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○

实验室炉

实验室炉, 金属保温材料, 可达 1600 或 2200 摄氏度	LHTM / LHTW	Mo / W	52-55
实验室炉, 石墨保温材料, 可达 3000 摄氏度	LHTG	GR	52-55

-	-	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○	○	-	○	○	○
-	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○

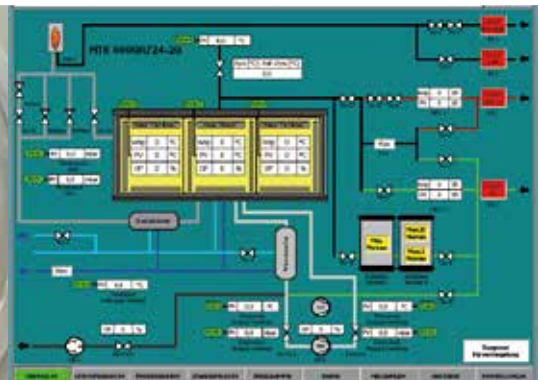
特殊应用炉型

布里奇曼晶体生长炉, 可达 1800 摄氏度	BV-HTRV	MoSi ₂	56-57
分压烧结炉, 可达 1450 摄氏度	PDS	Mo	58-59

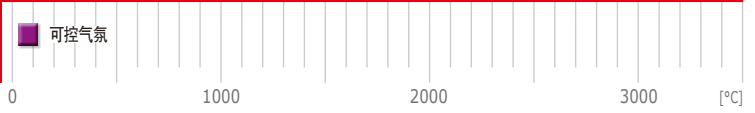
-	-	-	○	○	○	-	-	○	-	○	-	○	-	-	○	-
○	○	○	○	○	○	○	-	-	○	○	○	○	○	○	-	○

此温度范围的炉子是按温度递增排序。EBO由热水加热，最高温度120摄氏度。EBO是专门用于排胶工艺的炉型。其他炉子是由铁铬铝加热丝加热，应用最高可达1300摄氏度。对于每种炉型，最重要的是需要详细了解应用。

30 °C - 1300 °C



温度范围 30 °C – 1300 °C	型号	页数
排胶炉，可达到120摄氏度	EBO	14
退火炉，可达1100摄氏度	GLO	16
钎焊炉，可达1050摄氏度	VL	20
管式炉，可达1350摄氏度	F	22
开合式管式炉，可达1300摄氏度	F-A	23
8区控温管式炉，可达1300摄氏度	AZ	24



催化排胶炉

金属注塑成型 (MIM) 及陶瓷注塑成型 (CIM) 是一项新型的制造技术。MIM和CIM有4个工艺步骤：原材料混入喂料；喂料注射成形，获得成形坯 (生料)；排胶和烧结。排胶是个有着较高要求的过程。巴斯夫Catamold喂料需要在硝酸催化下排胶。这过程需要精确控制温度曲线和气体压力。

EBO炉是专门为严苛的催化排胶工艺而设计的。EBO炉是用于巴斯夫Catamold喂料模塑的排胶工艺解决方案。这些模塑常称为成形坯 (生料)。EBO炉的的可用容积是120升，矩形炉腔尺寸是400mm x 400mm x 700mm。

工艺开始时，会用氮气冲刷，目的是减少炉膛的氧气。当达到工艺温度时，气化的硝酸以固定的流量通入炉膛。氮气流量必须高于硝酸的流量，并持续保持，这是为了避免形成爆炸气氛。在酸性气氛环境中，胶被从成形坯 (生料) 中排出。这是从表面到内部化学反应的结果。排胶率取决于工件尺寸，通常在每小时1-4毫米。当温度达到120度时，胶聚合物释放到硝酸环境中，反应后形成甲醛。EBO炉的尾气燃烧装置能监测甲醛，当监测不到甲醛时，就说明工艺已经完成。工艺一旦结束，炉膛通入氮气，用于冲刷气化的硝酸。排胶工艺完成后，生料就可以转移到烧结炉了。

用户可以选择固定排胶时间或全自动监测排胶时间的设备。全自动的设备可自动调节排胶时间及结束排胶过程。陶瓷注塑成型CIM要求模壳厚度只能到大约4-5毫米。炉子装有安全锁扣，可保证操作安全。操作和可视化的工艺过程可通过触摸屏实现。



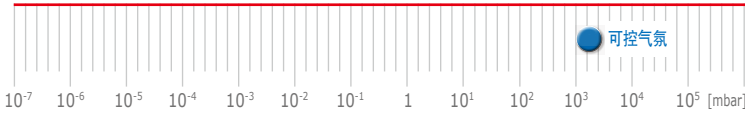
EBO 120/1.5: 有效空间120升排胶炉，最高温度150摄氏度。工作温度120摄氏度。气化的硝酸和氮气通入炉膛，用于催化排胶。

优势

- 水加热炉腔，最高温度120度
- 硝酸和氮气剂量和循环控制
- 排胶程度控制
- 有效的安全措施

典型应用

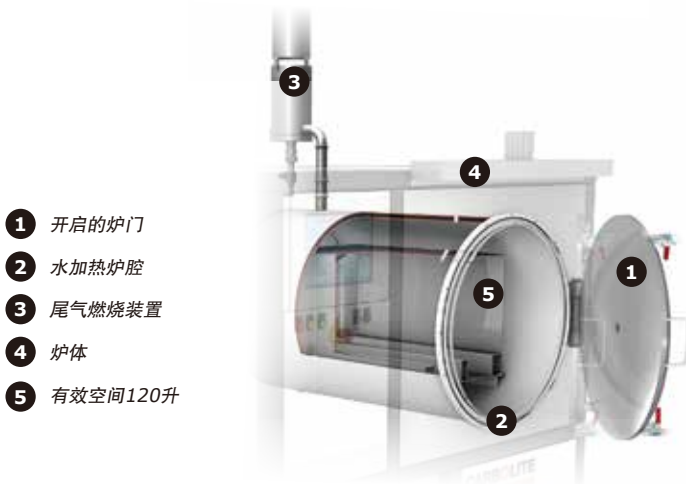
巴斯夫喂料的MIM和CIM催化排胶



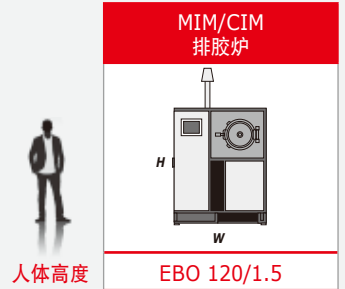
详细技术信息

EBO炉腔体为双层结构，由热水加热，可到150摄氏度。在低温区，这种加热方式可获得卓越的温度均匀性。另外，炉膛后壁装有风机，在炉膛内形成气流，进一步提高温度均匀性。硝酸被气化后通入炉膛，使得样品能充分显露在硝酸环境中。气体在被加热的炉膛预热，通过风机使样本能充分接触到气流。EBO炉的炉门在排胶的过程中被自动锁住，避免人为开启。一个2级尾气燃烧装置，用于处理排胶过程中的废气。尾气燃烧装置的温度被监控，用于自动检测排胶工艺是否结束。

内部示意图



技术参数



外部尺寸

高x宽x深 含尾气燃烧装置 [mm]	2150 x 1750 x 1850
--------------------	--------------------

运输重量

整机 [KG]	1200
---------	------

可用空间

容积 [l]	120
直径x深 [mm]	700 x 750

温度值

最高温度 [°C]	150
-----------	-----

电气参数

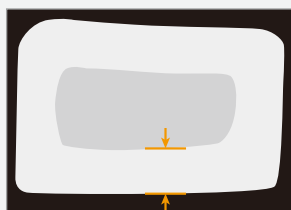
功率 [KW]	15
电压 [V]	400 (3P)
电流 [A]	3 x 63

气体供应

氮气 [l/h]	300-3000
尾气燃烧气体，丙烷或天然气 [l/h]	270
硝酸 [ml/h]	30-180

应用举例

成形坯（生料）排胶



EBO炉子是专门用于基于巴斯夫Catamold喂料成型坯（生料）的排胶工艺。也可广泛用于其他不同种类的喂料。这些混合物含有低合金钢，不锈钢，含钛特殊钢，耐热钢，软磁材料，或氧化物陶瓷。上述提到的喂料都可以在EBO炉内排胶。杰出的温度均匀性和特殊的气体导入方式，可确保排胶工艺十分精确且具有重复性。EBO炉是催化排胶工艺的理想解决方案。

标注的部分已经完成排胶。



退火炉

GLO炉的特点是真空气密炉罐及周围对称分布的加热丝。加热丝是嵌在陶瓷纤维保温材料里。铁铬铝合金加热丝是Kanthal APM。

GLO炉常配有真空泵系统，用于在热处理前抽出炉膛内的氧气。为了保证尽可能低的氧含量，抽真空后会再用氮气冲刷。这个过程会循环几次，使炉罐内有个纯净的气氛环境。真空的建立是优先于氮气气氛。真空辅助设备会快速形成一个洁净的气氛环境，仅消耗少量的氮气。在氧气的含量尽可能被降低后，通入惰性气体至微正压，热处理工艺启动。GLO炉气氛下的最高温度是1100摄氏度。如有需要，炉门可以被加热。炉门为水冷方式。气体通入GLO炉罐内，经炉门的辐射层预热。气体由前向后扩散。GLO炉可手动控制或选择自动控制系统。

GLO炉有三种规格，分别是40，75和120升。炉罐由耐热合金（1.4841）制成。如要使用其他材料，请向厂家咨询。

当配置了合适的安全装置后，该炉型可在反应气氛下工作（如氢气）。如果炉子需要通氢气，必须选择自动操作系统及所有的安全装置。氢气安全装置包括了用于紧急情况下的氮气冲刷罐。所有装置符合SIL2标准。

该炉型是紧凑型设计，节省空间。可选装排胶工序包用于排胶或热分析。尾气燃烧装置用于处理废气。由于排出的废气经过加热，所以不会产生冷凝。

GLO炉能安装快速冷却系统。用空气在从炉罐外部冷却，或者用冷却的惰性气体直接通入炉罐内。



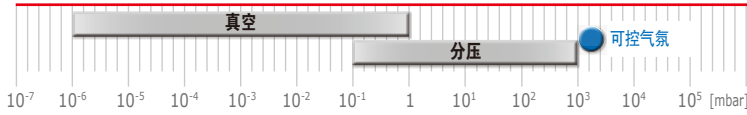
GLO 40/11: 退火炉，有效容积40升，最高温度1100摄氏度，在大气压下工作。

优势

- 气氛控制精确，纯度高
- 气密的炉罐，可实现高真空
- 升温迅速，可选装快速冷却
- 可选装氢气分压控制
- 尾气燃烧装置
- 专业的安全系统，处理可燃及有毒气体
- 全自动操作或手动操作
- 数据记录，用于质量管理

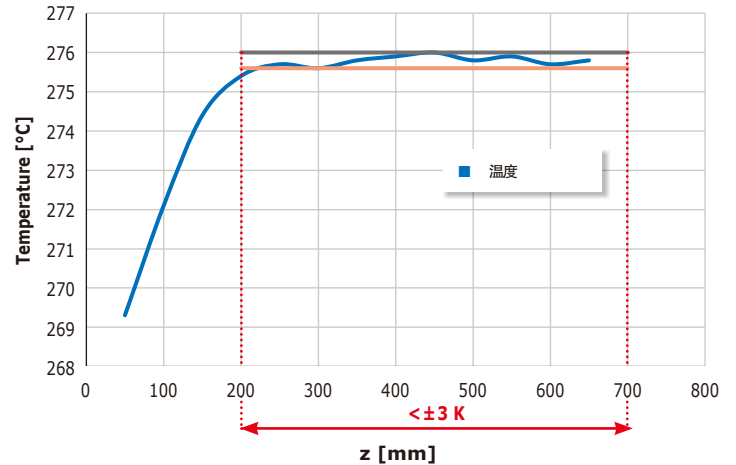
典型应用

退火，淬火，灼烧，回火，除气，热分解，烧结前的热力排胶，干燥



详细技术信息

GLO炉的最高温度是1100摄氏度。在这个温度范围，热是通过对流和传导的方式传播。为了得到良好的温度均匀性，GLO炉配置了气体对流装置（炉罐后方装有循环风机）。使样品能充分接触到惰性气体。样品被放置在水平的装载架上。气体被导入到样品上方。样品反应后的废气会被立刻排出。探针式热电偶位于炉罐的后方，仅次于样品的位置。二区控温时，用作控制热电偶。同时样品的温度也被监控。加热元件位于炉罐外。超温热电偶用于无人值守操作。如需要插入更多的探针式热电偶，请向厂家咨询。



GLO炉的温度均匀性

图表说明了GLO 75/09炉的温度均匀性。在200mm到700mm之间的温度偏差优于±3 K。如此良好的均匀性是由于加热元件对称分布在炉罐周围。

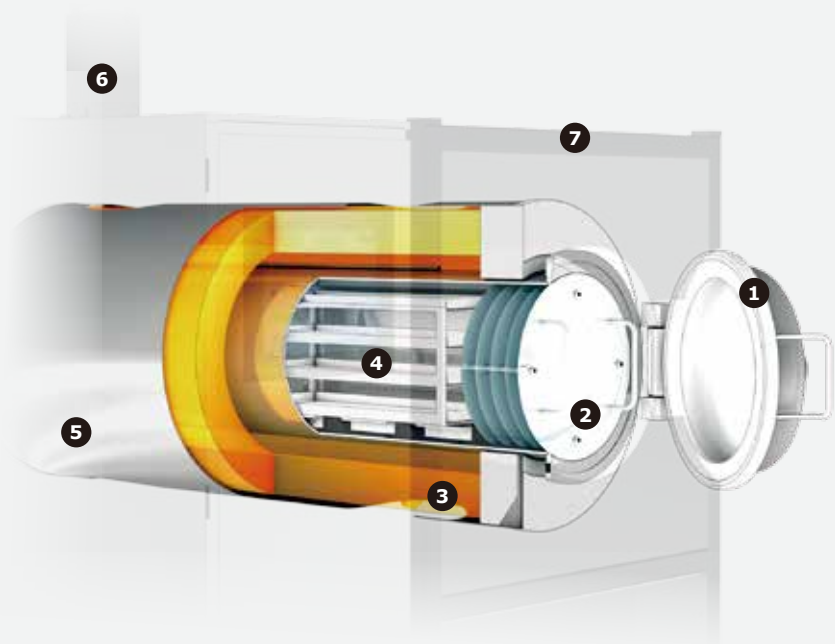
炉罐内部



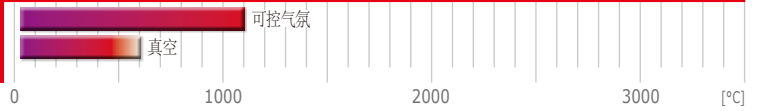
炉罐及插入式的装料架



炉膛内部的装料架



- 1 开启的炉门
- 2 热辐射屏
- 3 陶瓷纤维保温材料及加热元件
- 4 装料架
- 5 薄金属包覆层
- 6 尾气燃烧装置
- 7 炉体



可选项

GLO炉型可实现手动或自动操作系统。如果不需要使用反应气氛，可用手动系统。如果需要使用反应气氛，就必须使用自动系统，以及所有安装装置（SIL2）。

真空系统：

GLO炉能装配预抽真空泵。也可装配罗茨泵或涡轮分子泵。真空下的极限工作温度为600摄氏度（如需更高的温度的真空环境，请向厂家咨询），预抽真空泵用途广泛。

单个或二级旋片泵：真空速率可达每小时20立方米。也可实现更高的真空速率。真空泵并配置惰性气体的冲刷，是热处理前用于降低氧含量的常用做法。

软件：

通过欧陆控制器和KP300面板，实现手动操作。通过面板上的按钮来操作阀门及泵。用iTools软件与电脑相连，用于数据记录。

- 欧陆3508：存贮10个程序，每个程序500段
- 欧陆3508：存贮50个程序，每个程序500段
- RS 232/485 接口
- iTools软件作为可选项
- 过温保护器作为可选项（炉子需要连续无人值守的工作，建议选择）
- 远程控制

自动系统可通过TP 1900软件或配合WIN CC操作。二种界面都通过触摸屏直观显示，用户界面友好。WIN CC系统更能发挥炉子更多功能。这二种软件都能生成CSV文件，用于评估数据需要。

西门子控制单元：

- TP 1900：存贮20个程序，每个程序25段。
- WIN CC：存贮50个程序，每个程序30段。

反应气氛设备：

氢气含量低于4%时，属于安全浓度。当氢气浓度超过4%时，必须选择安全系统。尾气可被加热防止凝结。GLO炉可根据需要，通入多路惰性气体。

- 反应气氛装置
- 用于易燃气体的安全包
- 排胶单元和燃烧火炬
- 多路惰性气体

水冷：

如果现场没有水冷系统，我们可提供。根据炉子的技术要求，定义冷却功率。

- 水冷系统：冷水机

VGLO 125/09或VGLO 125/11：
垂直GLO炉，有效容积125升，最高温度900或1100摄氏度。炉子功能同GLO炉。

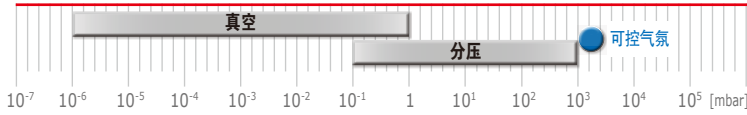


应用举例

基于高性能材料的木材纤维热分解特性



碳化硅陶瓷是高性能的现代材料。一种典型的生产方法是碳渗入硅中。碳通常是由木材热分解而得。木材是一种成本效率高的材料。木材由纤维和树脂组成。经切割后热分解后，得到化合物。热分解在纯度99.995%的氮气气氛下进行。按每分钟1K的速度持续升温到500摄氏度，然后再以每分钟10K的速度升温到1100摄氏度。当温度达到150摄氏度时，木材分离所吸收的水分，开始热分解，随后生物聚合物解体。最终所有被热分解的木材转化为碳。木材热分解典型的应用炉型是GLO。

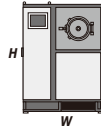


技术参数

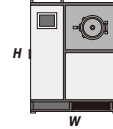


人体高度

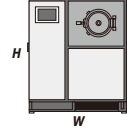
GLO退火炉，炉罐材料：1.4841不锈钢，Inconel合金钢或APM



GLO 40/11-1G



GLO 75/11-1G



GLO 120/11-1G

外部尺寸

高x宽x深 [mm]	1900 x 1400 x 1800	2000 x 1600 x 1800	2100 x 1800 x 2000
------------	--------------------	--------------------	--------------------

运输重量

整机 [kg]	1200	1500	2000
---------	------	------	------

可用空间

容积 [l]	40	75	120
直径x深 [mm]	300 x 600	400 x 600	500 x 700

温度值

真空时的最高温度 [°C]	600 (1.4841)	600 (1.4841)	600 (1.4841)
气氛时的最高温度 [°C]	600 / 900 / 1100	600 / 900 / 1100	600 / 900 / 1100
ΔT, 从300-1100摄氏度 (根据DIN 17052)	±3	±3	±5
最大升温速率 [K/min]	10	10	10
冷却时间 [h]	7-9	7-9	8-10

电气参数

功率 [KW]	25	40	60
电压 [V]	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)
电流 [A]	3 x 63	3 x 110	3 x 180
保险丝 [A]	3 x 80	3 x 160	3 x 200

真空 (可选项)

泄漏率 (清洁, 冷态, 空炉膛) [mbar l/s]	< 5 x 10 ⁻³
真空度, 取决于真空泵	粗真空, 细真空或高真空

冷却水需求

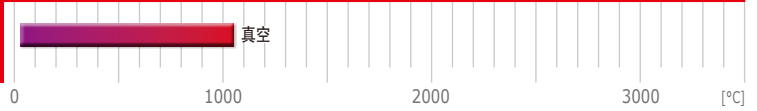
流速 [l/min]	1-3	1-3	1-3
最高进水温度 [°C]	23	23	23

气体

氮气或氩气, 其他气体请联系厂家 [l/h]	200-2000	200-2000	200-2000
------------------------	----------	----------	----------

控制器

手动操作	欧陆控制器+KP300面板
自动操作	西门子



可应用高纯度气氛的自动化钎焊炉

VL垂直钎焊炉适用于非常低的负压操作应用，因此炉内可实现高纯度气氛环境。

VL是垂直钎焊炉。炉子是可以移动的，而且这个过程可以自动进行。在管式炉的内部，放置了一个石英容器，该容器是密封的，可以实现高真空操作环境。炉子有两种移动模式，炉子移动到顶部，石英管停留在原来位置，这种模式可以用于热处理过程在真空，空气或惰性气体环境中快速冷却样品。另外一种移动模式可用于装样和卸样。石英容器自动与炉子连接，炉子和石英容器同时向上移动，可进行方便装样。装样完成后，炉子向下移动，石英工作管被锁住，开始加热。

炉子的加热元件是铁铬铝线圈组成，保温材料是陶瓷纤维。热电偶控制温度。炉子最高工作温度限制来源于石英管的物理性能，真空下最高可达1050°C。石英管上面部分是封闭的，底部可打开，真空系统可以通过密封元件连接。可用空间的直径180mm，高300mm。由于只有大约2l加热容积，抽真空非常快。除此之外，石英管能提供非常干净的操作空间，再加上快速冷却功能，所以该炉子的可用性非常强。

石英管可达高真空范围，最终真空度可高于 5×10^{-6} mbar。通过各种定量和控制装置控制气氛，根据真空要求级别供应不同的真空泵工作站。



管式炉在上部，石英容器在底部并且与真空泵保持连接状态。

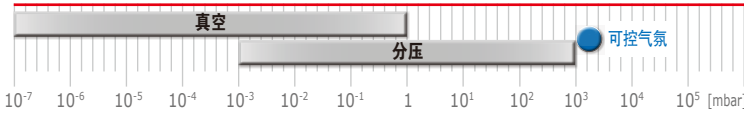
VL 180-300/10: 钎焊管式炉，加热长度180mm和300mm，真空下最高温度可达1050°C。

优势

- 高纯度气体的精确定义
- 高真空度
- 快速加热和制冷设计
- 易燃和有毒气体的安全管理认证
- 全自动操作
- 可移动石英容器
- 质量管理可用的数据记录

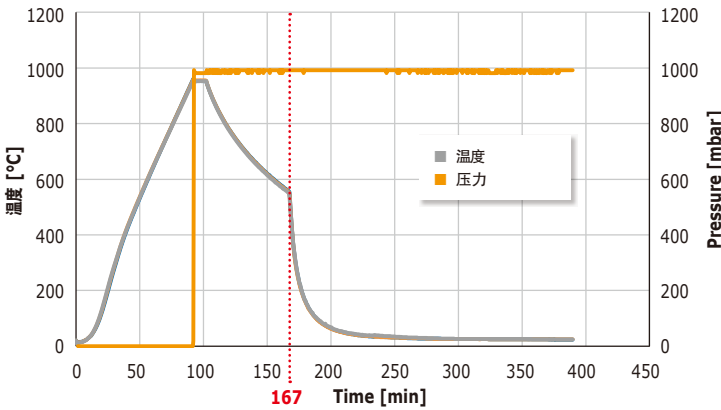
典型应用

退火，回火，淬火，焊接，钎焊，脱气，热解，快速成型，烧结，脱胶，合成，升华，干燥，金属注塑成型，陶瓷注塑成型



技术特征

真空钎焊炉是陶瓷纤维保温管式炉，加热元件为铁铬铝电阻丝。炉子的上部用陶瓷纤维塞盖紧，为三温区加热，由软件控制达到均温效果最优化。各温区炉温由铠装热电偶控制，并配有过温保护热电偶，最高加热温度为1050°C，是真空环境下石英管的最高耐受温度。石英管和基座之间有法兰密封件，金属防辐射板把热量反射至基座中心，地下连着真空泵系统和气路系统。基座至炉顶有300mm高度。因此，气流路径从上到下，出气口在下部真空法兰处，样品热电偶也可以从法兰处伸入石英管内。炉内温度会通过软件显示。炉子可以由触控面板上全自动控制。



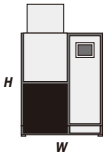
加热循环测试：真空度降至 3×10^{-6} mbar, 加热温度升至950°C, 然后充气至一个大气压冷却。167分钟后，炉子升至顶部位置，石英管暴露在空气流中加快冷却。

技术参数

垂直钎焊炉



人体高度



VL 180-300/10-1G

外部尺寸

高x宽x深 [mm]	2300 x 1400 x 1400
------------	--------------------

可用空间

容积 [l]	7.6
直径x深 [mm]	180 x 300

热值

最高温度 [°C]	1050
ΔT , 符合DIN 17052 高度300mm 三区炉 [K]	± 3
冷却时间 [h]	30
控制过温热电偶	type K

电气参数

功率 [KW]	12
电压 [V]	400 (3P)
电流 [A]	3 x 30
保险丝 [A]	3 x 35

控制器

手动操作	欧陆控制器+KP300面板
自动操作	西门子

冷却水需求

流速 [l/min]	30
------------	----

应用案例

高真空下钎焊和焊接，温度可达1050°C



VL专门设计用来1050°C以内钎焊和焊接各种小零件。可用空间由石英管大小决定。许多用于卫星，飞机，雷达和激光管的电子元件都需要在高真空条件下钎焊和焊接。VL系列管式炉优越的真空性能最适合这类应用。热处理结束后炉子升起，样品可以快速冷却，节省时间。除了优越的真空度以外，炉子可移动而加热中的样品却保持静止可以保护样品不受震动的影响，而且其移动是系统自动控制。自动控制软件以其精准的数据记录保证整个过程可控制和优化。真空，温度，气流等数据被记录在预定的时间内。所有的数据都可以非常容易地导出为CSV格式文件。

排胶，退火，钎焊和管式炉

22

F 系列管式炉，温度可达1350°C



实验室管式炉

GERO F系列标准管式炉温度可达1350°C，有水平和垂直两种可选。

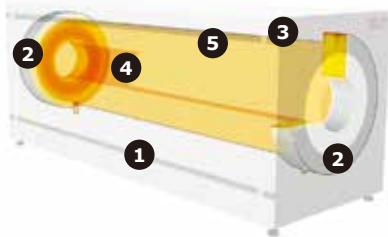
加热元件由无覆盖的CrFeAl加热线圈组成，安装在陶瓷纤维模块上，低热质的陶瓷纤维保温材料保证低能耗和高的加热速率。多种多样的配件使F系列成为理想热处理方案。

F & F-A 优势

- 水平和垂直方向均可使用
- 卓越的稳定性
- 可与真空设备连用
- 可通惰性或反应性气氛
- 高级别S型热电偶
- 轻质陶瓷纤维保温材料
- 加热元件为高品质5mm APM加热丝

更多配件信息请见 28、74、80页

内部结构



- ① 外壳
- ② 端部保温材料
- ③ 外壳保温材料
- ④ 加热元件
- ⑤ 内部保温材料



F 100-500/13: 实验室管式炉加热长度500mm，最高温度可达1350°C，控制面板。

技术特征

矩形外壳里的间隙提供对流冷却，使整个外壳温度不会偏高。再加上两端的低热质陶瓷纤维保温材料将热传递减少到最低。炉子内部的加热部件由真空成型的保温纤维包含无辐射加热元件制成，加热元件由陶瓷支撑架附着在保温材料上。控温热电偶是高级别S型，该炉子的加热温区可多达8个。

F & F-A 典型应用

(可能需要额外的部件)

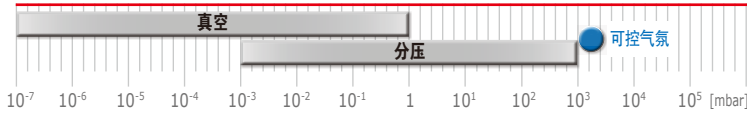
淬火，退火，回火，焊接，钎焊，脱气，焙烧，烧结，合成，升华，干燥，MIM，CIM

应用案例

重型材料长时间高温热处理



全世界每年都会开发出很多新的材料，使用在工业生产中。对有些应用来说，了解材料的性质，局限性和在长期高温下的稳定性是非常重要的，正因为此，F系列管式炉在1350°C以内都可提供长期稳定性。这使得用户可以长时间内随时检查样品材料性质的变化。这是所谓的耐老化测试的标准过程，这样才能符合某些关键应用的高规格要求和获得相应的技术批准，比如压力反应容器。



实验室开合式管式炉

Gero F-A系列开合式管式炉温度可达1300°C，有水平和垂直两种可选。

开合式管式炉的加热模块排列方便放置工作管和安装设备组件，开合式设计也可以让样品快速冷却。保温层由多层轻质纤维材料组成。标准设备在加热区中央安装有控温热电偶。广泛提供各种非标选配件。

与F系列标准炉一样，矩形外壳里的间隙提供对流冷却，使炉体外表面温度不会偏高。在开合式管式炉的上半部分有一些固定的手柄，手柄带有两个速动阀可以将炉子锁紧，保证安全。两个半球状加热器由带加热元件的真空成型纤维模块组成，通过陶瓷支撑架附着在保温层上。两端的保温层轻质陶瓷纤维材料也分体为两个半球状。一旦炉子被打开，安全门开关会关闭以保护操作者。开合式管式炉最多可分3个温区，实现综合控温。



F-A 70-200/13: 实验室开合式管式炉，加热长度500mm，最高1300°C

F-A系列开合式管式炉的优点

- 工作管可连接大的法兰。
- 异形管（如带进气和出气口的反应器）无需拆卸即可放进加热区。
- 对开合式管式炉我们提供稳固的陶瓷面板来保护加热元件和支撑样品。

技术参数

F系列（标准管式炉）和F-A系列（分体式管式炉）均可提供单区和三区加热

型号	最高温度 [°C]	工作管最大外径最高 [mm]	加热长度 [mm]	外部尺寸 H x W x D [mm]	重量 [kg]	推荐工作管长度		控制模块尺寸 H x W x D* [mm]	控制模块重量 [kg]	单区均温区长度 ±5°C [mm]	三区加热	最大功率 [kW]	电源
						空气中使用 [mm]	气氛中使用 [mm]						

水平和垂直管式炉 (可能需要其他设备)

F 40-200	1350	32	200	420 x 400 x 350	25	390	925	480 x 560 x 500	50	100	no	1.2	a
F 40-500	1350	32	500	420 x 700 x 350	30	690	1225	480 x 560 x 500	50	250	yes	2.4	a
F 70-200	1350	50	200	420 x 400 x 350	30	390	925	480 x 560 x 500	50	100	no	1.5	a
F 70-500	1350	50	500	420 x 700 x 350	35	690	1225	480 x 560 x 500	50	250	yes	3.0	a
F 70-750	1350	50	750	420 x 950 x 350	40	940	1475	850 x 560 x 500	60	375	yes	5.4	b
F 100-200	1350	80	200	420 x 400 x 350	35	390	925	480 x 560 x 500	50	100	no	2.1	a
F 100-500	1350	80	500	420 x 700 x 350	40	690	1225	480 x 560 x 500	60	200	yes	5.2	b
F 100-750	1350	80	750	420 x 950 x 350	50	940	1475	850 x 560 x 500	70	375	yes	7.8	c
F 100-1000	1350	80	1000	420 x 1200 x 350	80	1190	1725	850 x 560 x 500	90	500	yes	10.4	c
F 150-500	1350	110	500	590 x 700 x 520	55	690	1225	850 x 560 x 500	70	250	yes	7.8	c
F 150-750	1350	110	750	590 x 950 x 520	70	940	1475	850 x 560 x 500	90	375	yes	11.4	c
F 150-1000	1350	110	1000	590 x 1200 x 520	100	1190	1725	850 x 560 x 500	90	500	yes	12.0	d
F 150-1250	1350	110	1250	590 x 1450 x 520	130	1440	1975	850 x 560 x 500	90	610	yes	20.0	d

水平和垂直开合式管式炉 (可能需要其他设备)

F-A 40-200	1300	32	200	530 x 460 x 560	35	450	985	480 x 560 x 500	50	100	no	1.5	a
F-A 70-500	1300	50	500	530 x 680 x 560	50	670	1205	480 x 560 x 500	50	250	yes	3.0	a
F-A 100-500	1300	80	500	530 x 680 x 560	75	670	1205	850 x 560 x 500	60	250	yes	4.0	b

i 注意:
- 电源单相为200-240V, 三相380-415V
- 均温区长度测量时配有隔热塞

电源
a = 1 phase (16A)+N
b = 3 phase (16A)+N
c = 3 phase (32A)+N
d = 3 phase (63A)+N



8温区控温管式炉

AZ系列管式炉有8个独立的加热区，这些加热区可以随着加热长度产生不同的温场。

该系列炉子的设计基于F型管式炉。加热元件由CrFeAl合金制成，就是Kanthal的APM，APM线的直径为5mm。无覆盖的CrFeAl加热线圈安装在陶瓷纤维模块上，被支撑的加热元件非常稳固。低热质陶瓷纤维保温层存储的热量很少，所以炉子的加热和冷却速度都很快，保持高效率。高度对称的绕线式加热元件贯穿整个炉子，保证温度均匀性在±5°C以内。8个加热区和前后厚的保温材料保证了整个炉子的温度均匀性。8个独立温区的主要优势是可以扩大炉内的均温区长度，另一优点是分区设计有利于温场分布。使用者可以自行调整实现线性增加，峰值或其他温场。这使得炉子非常适合某些应用，比如材料在一端加热蒸发，在另外稍冷的一端凝华。这仅仅是多温区管式炉众多受益应用中的一种。

采用热电偶测量每区温度，并且各区独立控制。热电偶从保温层中通过，紧挨加热元件。每个热电偶线长3米。另外还有一个热电偶连接到过温保护器防止过热情况发生，保护安全。



AZ -F 40-360/ 13:8段管式炉，加热长度360mm，温度1350°C

优势

- 8区加热，满足不同的温场需要
- 温度沿着加热长度梯度变化，线性上升/下降
- 扩大均温区长度
- 快速加热和冷却
- 自动操作
- 质量管理可用的数据记录

典型应用

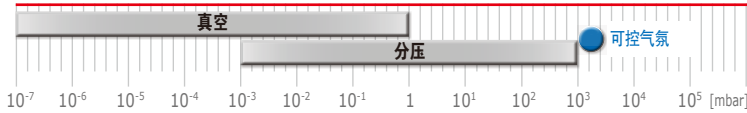
蒸发和凝华，晶体生长，升华，干燥，合成，退火

应用案例

多温区管式炉中硅基纳米结构材料的生长



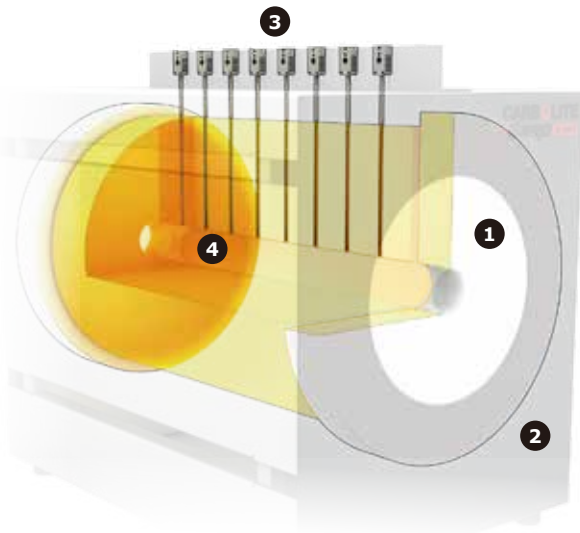
硅基纳米材料是生产一维量子晶体管和发光二极管潜在材料。和其他制造技术如光刻和蚀刻法相比，多温区管式炉内加热蒸发和升华是一种低成本的生产方法。1350°C下加热SiO粉末，凝结在晶片上。每个区的精确控温是控制形态，尺寸和硅基纳米结构材料组成的关键点，对于这样的应用，AZ系列管式炉是设计纳米结构的重要工具。



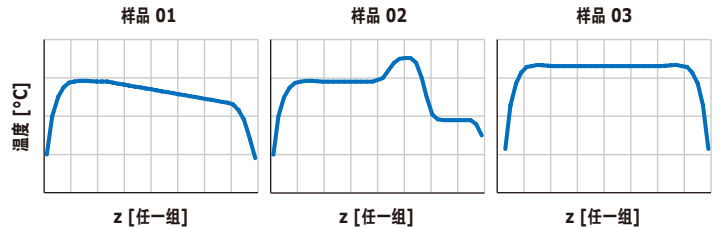
技术特征

陶瓷纤维保温材料由多层复合在一起, 每一层都是精心设计和组装的, 相邻的两层之间没有任何空隙。不同层的保温层之间有一定的重叠, 这对保持炉内的温度均匀性来说是非常必要的。控制单元被包含在支持炉子的框架内, 设计十分紧凑。触摸屏的设计使得炉子使用简单方便。管式炉周围的外壳设计搭建有利于炉子内外的冷量对流。对于炉子本身而言, 没有必要使用冷却水冷却, 若是安装了抽真空装置, 工作管的两端采用了水冷法兰, 则需要通水冷却。

内部结构



- ① 陶瓷纤维保温层
- ② 外壳
- ③ 8个控温热电偶
- ④ 可用空间



炉内有三种典型的温场, 8个温区给予最大的灵活性, 满足各类不同应用。

选配件

真空系统:

AZ管式炉工作管可选材质

- 耐热钢
- 石英
- 陶瓷

有了工作管, 真空泵可以连接到炉子上。涡轮分子泵的泵速可达300 l/s或者更高。前级泵包含: 两级旋片泵。也可根据需要提供其他类型的真空泵。可根据要求附加快速冷却系统, 关于可用的工作管详细信息见82页。

软件:

软件的用户界面为微型8个控制单元。系统最多能存储12个程序, 每个程序可有15段。所有8段管式炉都通过设置温度值控制, 而实际值会显示在屏幕上, 并且会被记录下来。同时炉子会配备一个过温保护器, 用于无人值守操作。整个系统全自动控制。数值会被存储下来供后续使用。



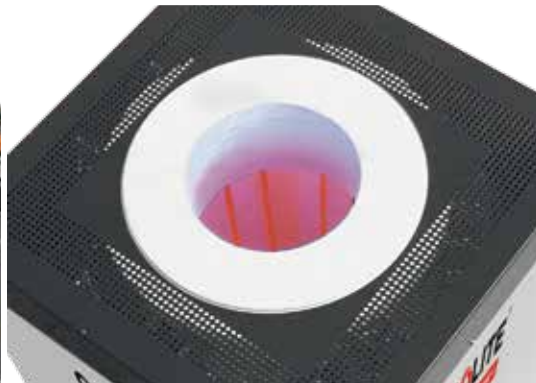
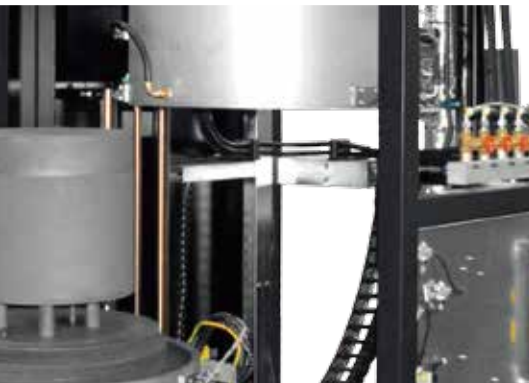
用于炉子控制和过程的可视化的触摸屏。

技术参数

型号	最高温度 [°C]	外部尺寸 H x W x D [mm]	工作管直径 [mm]	加热长度 [mm]	重量 [kg]	功率 [kW]	电压 [V]	电流 [A]	Series fuse [A]
AZ 40-360/13	1350	990 x 1800 x 500	32	360	500	1.5	400 (3P)	3 x 4	3 x 16
AZ 70-430/13	1350	990 x 1800 x 500	50	430	550	2.9	400 (3P)	3 x 9	3 x 16
AZ 100-810/13	1350	990 x 1800 x 500	80	810	600	7.3	400 (3P)	3 x 12	3 x 16
AZ 150-1000/13	1350	1200 x 1800 x 520	110	1000	650	11.3	400 (3P)	3 x 19	3 x 25

这个温度区间的管式炉或热壁炉采用硅钼棒加热，最高温度1800°C。所有其他型号的炉子被称为冷壁炉，因为都配备了水冷夹套，最高温度可能达3000°C。每个系统，我们会简单介绍一个重要、典型的应用。

1300 °C - 3000 °C



温度范围 1300°C – 3000°C	型号	页码
水平管式炉, 1800°C	HTRH	28
垂直管式炉, 1800°C	HTRV	30
垂直开合式管式炉, 1700°C	HTRV-A	31
氢气用管式炉, 1600°C	HTRH	32
箱式炉, 2200°C	HTK	34
箱式炉, 1800°C	HTKE	40
罩式炉, 2200°C	HBO	42
罩式炉, 1800°C	HB	46
底载式高温炉, 2200°C	HTBL	48
实验室高温炉, 3000°C	LHT	52
布里奇曼晶体生长炉, 1800°C	BV-HTRV	56
分压烧结炉, 1450°C	PDS	58



高温水平管式炉

Carbolite Gero高温管式炉HTRH，可在水平位置上操作，最高温度可达1800°C。

高级别的保温材料由真空成型纤维组成，其低导热系数保证低能耗和高的加热速度。保温层和 MoSi_2 加热元件置于矩形外壳内，加热元件是悬挂放置，更换简单方便。温度稍高，有氧气存在时，加热元件表面会生成 SiO_2 膜，保护加热元件受到进一步的热气流冲击和化学腐蚀。凭借多种多样的配件，HTRH系列在高温范围内可提供完整的系统解决方案。



HTRH 40-100/18: 高温水平管式炉（无控制模块），加热长度100mm，温度1800°C

优势

- 优越的长期稳定性
- 可抽真空
- 可通惰性气体和反应性气体
- B型高级别热电偶
- 低热质陶瓷纤维保温层
- 高质量 MoSi_2 加热元件，悬挂放置
- 矩形外壳上的狭缝提供对流冷却
- 1~3段加热区

选配件

(所有型号均可提供)

- Cascade控制
- 过温保护（推荐用于贵重样品或无人值守操作）
- 提供一系列精密的数字控制器，多段编程和数据记录仪，这些可以配备RS232，RS485或以太网通讯使用（见74页）。

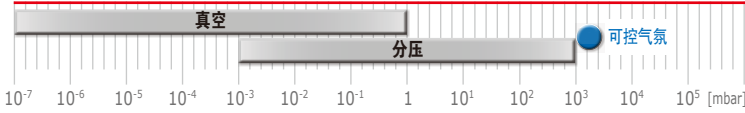
应用案例

温度探针校正（比如热电偶）



用来插入热电偶的校准载体

随着高温应用越来越多，已有产品的质量控制和新产品工艺的研究和开发中应用温度的精确测量变得越来越重要，因为需要校准各种类型的温度探针，加热必须非常温度和均匀，为此，HTRH水平管式炉在中温和高温1800°C以内都可提供卓越的加热温度稳定性和均匀性。



HTRH—水平放置管式炉，1800°C

3段水平管式炉

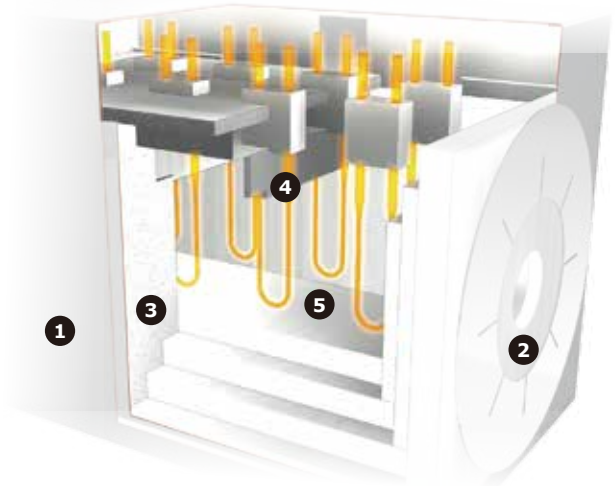
将加热长度分为3段可获得更好的温度均匀性。

每个加热区都有自己的控制器和热电偶。这对通入系统的反应气体预热是十分有用的。HTRH不包含内置工作管，必须选择附加工作管。工作管的长度取决于应用的不同，比如是否通气氛，抽真空，长度都会不一样。

典型应用

淬火，退火，回火，焊接，钎焊，脱气，焙烧，烧结，合成，升华，干燥，MIM，CIM，耐老化测试，催化剂研究，热解，热电偶校准，燃料电池测试，涂料，化学气相沉积。

内部结构



- 1 外壳
- 2 端部保温材料
- 3 外壳保温材料
- 4 加热元件
- 5 内部保温材料

技术参数

型号	最高温度 [°C]	工作管最大外径最高 [mm]	加热长度 [mm]	外部尺寸 H x W x D [mm]	重量 [kg]	推荐工作管长度		控制模块尺寸 H x W x D* [mm]	控制模块重量 [kg]	单区均温区长度 ±5°C [mm]	最大功率 [kW]	电源
						空气中使用 [mm]	气氛中使用 [mm]					

水平单区管式炉

HTRH 40-100	1600, 1700, 1800	40	100	510 x 390 x 420	45	380	915	480 x 560 x 500	50	50	2.2	a
HTRH 40-250	1600, 1700, 1800	40	250	510 x 540 x 420	45	530	1065	480 x 560 x 500	50	125	3.6	a
HTRH 40-500	1600, 1700, 1800	40	500	510 x 790 x 420	60	780	1275	850 x 560 x 500	90	250	8	c
HTRH 70-150	1600, 1700, 1800	70	150	620 x 450 x 520	90	440	975	480 x 560 x 500	60	75	4.5	b
HTRH 70-300	1600, 1700, 1800	70	300	620 x 590 x 520	65	580	1115	850 x 560 x 500	60	150	6.4	b
HTRH 70-600	1600, 1700, 1800	70	600	620 x 890 x 520	90	880	1415	850 x 560 x 500	90	300	8	c
HTRH 100-150	1600, 1700, 1800	100	150	620 x 450 x 520	120	440	975	480 x 560 x 500	60	75	4.8	b
HTRH 100-300	1600, 1700, 1800	100	300	620 x 590 x 520	65	580	1115	850 x 560 x 500	90	150	7.5	c
HTRH 100-600	1600, 1700, 1800	100	600	620 x 890 x 520	90	880	1415	850 x 560 x 500	90	300	10.9	c
HTRH 150-300	1600, 1700, 1800	150	300	670 x 590 x 570	120	580	1115	850 x 560 x 500	90	150	8	c
HTRH 150-600	1600, 1700, 1800	150	600	670 x 890 x 570	140	880	1415	850 x 560 x 500	90	300	12	c
HTRH 200-300	1600, 1700, 1800	200	300	720 x 590 x 620	180	580	1115	850 x 560 x 500	90	150	10	c
HTRH 200-600	1600, 1700, 1800	200	600	720 x 890 x 620	140	880	1415	850 x 560 x 500	90	300	12	c

水平三区管式炉

HTRH 70-600/___-3	1600, 1700, 1800	70	600	620 x 890 x 520	120	880	1415	850 x 560 x 500	180	350	8	c
HTRH 100-600/___-3	1600, 1700, 1800	100	600	620 x 890 x 520	120	880	1415	850 x 560 x 500	180	350	10.9	c
HTRH 150-600/___-3	1600, 1700, 1800	150	600	670 x 890 x 570	180	880	1415	850 x 560 x 500	180	350	12	c

i 注意：
 - Further to the depth of the control module 150 mm for the power plugs and other plugs needs to be added
 - 电源单相为200 - 240 V，三相380 - 415 V
 - 均温区长度测量温度为最高温度低100°C，配有隔热塞
 - 最大连续工作温度应低于最高工作温度100°C

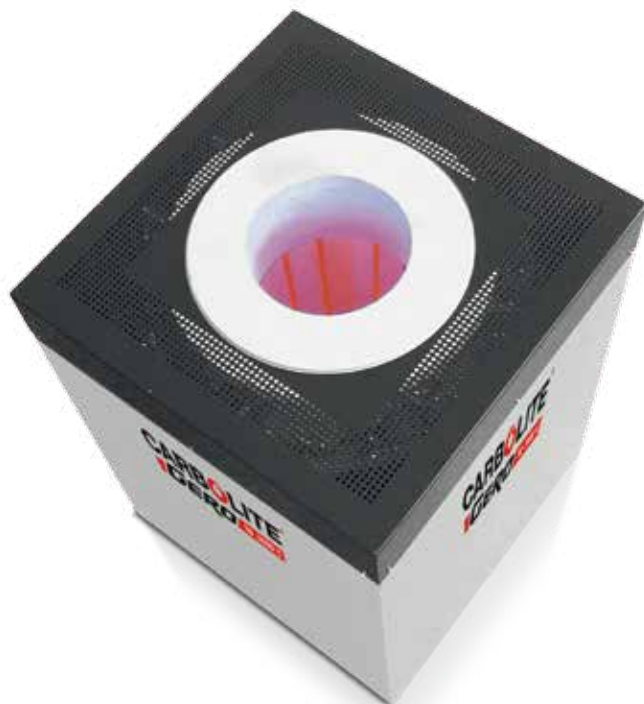
电源
 a = 1 phase (16A)+N
 b = 3 phase (16A)+N
 c = 3 phase (32A)+N
 d = 3 phase (63A)+N



高温垂直管式炉

高温管式炉HTRH，可垂直操作，最高温度可达1800°C。

高等级的绝缘材料由真空成型纤维板组成，其低导热系数保证低能耗和高的加热速度。保温层和硅钼棒加热元件置于矩形外壳内，加热元件是悬挂放置（如图），更换简单方便。温度稍高，有氧气存在时，加热元件表面会生成SiO₂膜，保护加热元件受到进一步的热气流冲击和化学腐蚀。凭借多种多样的配件，HTRV系列在高温范围内可提供完整的系统解决方案。



HTRV 40-100/18: 高温垂直管式炉，加热长度100mm，温度1800°C

HTRV & HTRV-A优势

- 垂直使用
- 可抽真空
- 可通惰性气体和反应性气体
- B型高级别热电偶
- 低热质陶瓷纤维保温层
- 高质量硅钼棒加热元件，悬挂放置
- 矩形外壳上的狭缝提供对流冷却

更多选配件见28,74,80页。

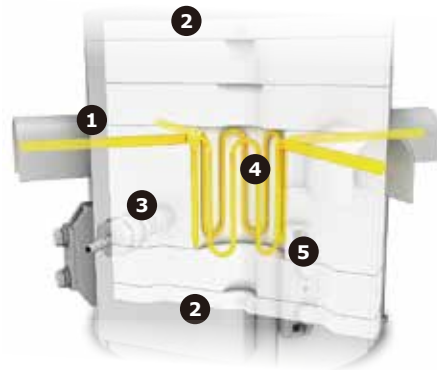
HTRV & HTRV-A典型应用

(可能需要其他设备)

淬火，退火，回火，焊接，钎焊，脱气，焙烧，烧结，合成，升华，干燥，MIM，CIM

HTRV-A内部结构

- 1 外壳
- 2 端部保温材料
- 3 外壳保温材料
- 4 加热元件
- 5 陶瓷纤维

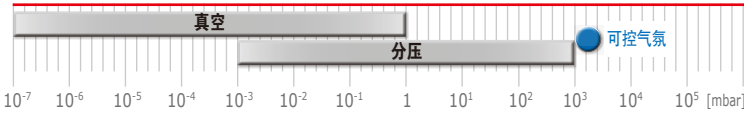


应用案例

火山研究中熔融不同的岩石



HTRV垂直管式炉的一种罕见应用是熔融岩石也就是岩浆的粘度测试。为了达到测试目的，需要在1800°C以内的温度加热各种类型的岩石，以测试其在不同温度下的性质。这项基础研究为了解岩石层熔融和半熔融特性，该特性可能与火山爆发和地震有关。了解岩石层的粘度信息对计算机模拟十分重要，可以被用来做单一火山爆发或区域性高风险地震风险评估。随着火山和地震区域（比如加尼福尼亚，日本）的人口越来越多，这一基础研究有助于预测危险情况，挽救人们的生命。



HTRV-A—开合式管式炉，垂直放置，1700°C

高温垂直开合式管式炉

HTRV-A开合式管式炉是垂直放置，最高操作温度1700°C。

开合式管式炉中工作管的安装定位简单方便，即便工作管带多个适配器也可轻松放入。开合式的设计也可以快速冷却样品。保温层由多层轻质纤维材料组成，炉子上有一个控制热电偶，安装在加热区中部。Carbolite Gero提供炉子改装服务和各种各样的选配件，同时也可以根据您的热处理要求提供完全定制化产品。

开合式矩形外壳的冷却通道用来帮助对流冷却，与HTRV系列炉子一样该设计可提供凉爽的外壳。两半炉体由高等级保温层和悬挂在炉顶的MoSi₂加热元件组成。安全门开关保护操作者一旦开门立即关闭加热元件。



HTRV-A 70-250/17 : 高温垂直开合式管式炉，加热长度250mm，最高温度1700°C

HTRV-A的额外优势

- 工作管可与大号法兰连接
- 异型管（比如反应器带很多进气和出气口）无需拆卸便可放入加热区

技术参数

型号	最高温度 [°C]	工作管最大外径最高 [mm]	加热长度 [mm]	外部尺寸 H x W x D [mm]	重量 [kg]	推荐工作管长度		控制模块尺寸 H x W x D* [mm]	控制模块重量 [kg]	单区均温区长度 ±5°C [mm]	最大功率 [kW]	电源
						空气中使用 [mm]	气氛中使用 [mm]					
HTRV 40-100	1600, 1700, 1800	40	100	365 x 455 x 455	30	355	890	480 x 560 x 500	50	50	2	a
HTRV 40-250	1600, 1700, 1800	40	250	515 x 455 x 455	40	505	1040	480 x 560 x 500	50	125	3	a
HTRV 40-500	1600, 1700, 1800	40	500	765 x 455 x 455	65	755	1290	850 x 560 x 500	60	250	6	b
HTRV 70-100	1600, 1700, 1800	70	100	365 x 455 x 455	30	355	890	480 x 560 x 500	50	50	3	a
HTRV 70-250	1600, 1700, 1800	70	250	515 x 455 x 455	40	505	1040	850 x 560 x 500	60	125	4.8	b
HTRV 70-500	1600, 1700, 1800	70	500	765 x 455 x 455	65	755	1290	850 x 560 x 500	90	250	8	c
HTRV 100-250	1600, 1700, 1800	100	250	515 x 455 x 455	45	505	1040	850 x 560 x 500	60	125	6.4	b
HTRV 100-500	1600, 1700, 1800	100	500	765 x 455 x 455	70	755	1290	850 x 560 x 500	90	250	10.4	c
HTRV 150-250	1600, 1700, 1800	150	250	515 x 580 x 580	55	505	1040	850 x 560 x 500	90	125	8	c
HTRV 150-500	1600, 1700, 1800	150	500	765 x 580 x 580	80	755	1290	850 x 560 x 500	90	250	12	d
HTRV 200-250	1600, 1700, 1800	200	250	515 x 580 x 580	70	505	1040	850 x 560 x 500	90	125	10	c
HTRV 200-500	1600, 1700, 1800	200	500	365 x 580 x 580	95	355	890	850 x 560 x 500	90	250	18.5	d

垂直开合式管式炉

HTRV-A 70-250	1600, 1700	70	250	800 x 600 x 890 (closed with stand)	75	600	1040	850 x 560 x 500	90	125	6	c
----------------------	------------	----	-----	-------------------------------------	----	-----	------	-----------------	----	-----	---	---

- 注意:**
- 适配150mm控制模块，需另加插头
 - 电源单相为200 - 240 V，三相380 - 415 V
 - 均温区长度测量温度为最高温度低100°C，配有隔热塞
 - 最大连续工作温度应低于最高工作温度100°C

- 电源
- a = 1 phase (16A)+N
 - b = 3 phase (16A)+N
 - c = 3 phase (32A)+N
 - d = 3 phase (63A)+N



通氢气用管式炉

通H₂用管式炉是在HTRH 100-600/16基础上进行升级得到的，修改后满足了氢气安全处理的所有要求规定。

从原理上来说，每个管式炉都可以改装用来通氢气，并且保证安全性。长期以来，该系统都以HTRH 100-600/16管式炉为基础，炉子采用陶瓷管连接水冷，两端装有防泄漏法兰。即使在纯氢气环境下，系统的使用温度可达1600°C。在通入氢气之前，惰性气体会自动吹扫陶瓷管。吹扫用惰性气体被压缩装在气罐中，热处理之前，吹扫工作管，排出氧气。气罐排空后，需要重新注满。排气系统接在尾气燃烧装置上，燃烧排出的氢气。

尾气燃烧装置的连接本身处于加热状态，防止系统中有冷凝水形成。尾气燃烧装置由压缩空气和丙烷气体驱动，它不仅燃烧氢气，还燃烧样品中蒸发出来的粘合剂。

所有气体都通过全自动质量流量计来控制。每一个可能的故障模式，系统会自动进入安全状态。所有设备都依照SIL2 (Safety Integrity Level 安全完整性等级) 生产。氢气传感器安装在炉子的顶部，如果氢气泄露传感器会立即探测到。探测到氢气泄露系统会立即启动惰性气体吹扫，炉子自动进入安全状态。使用者可通过用户友好型触摸屏操作整个炉子。

所有的管式炉都可作为通氢气炉的基础系统，因此，客户有不同的可用空间和温度选择。若需要在1800°C以上通氢气，必须配备冷却水夹层。



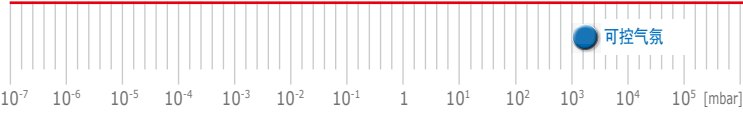
HTRH 100-600/16: 通氢气用管式炉，加热长度600mm，最高温度1600°C。可在纯氢气环境下操作。满足所有安全标准。

优势

- 氢气使用纯度可达100%
- 尾气燃烧装置和惰性气体吹扫安全系统
- 符合氢气操作的所有安全规定
- 惰性气体吹扫减少氧气含量
- 自动化操作
- 用于质量控制的数据记录

典型应用

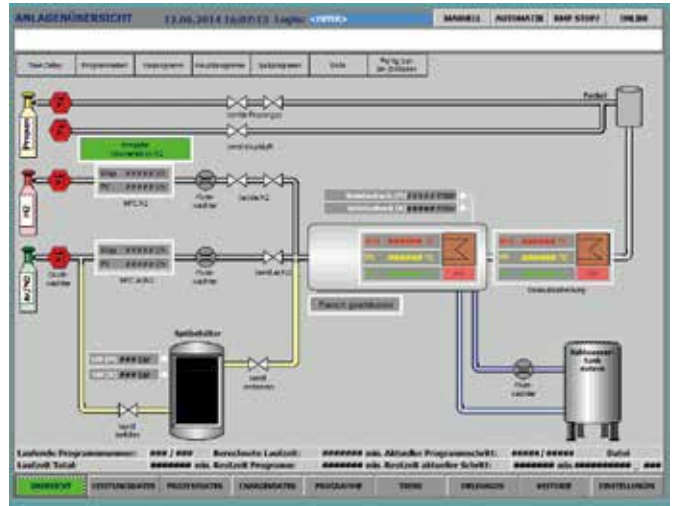
退火，回火，淬火，焊接，钎焊，脱气，热解，快速成型，烧结，脱胶，合成，升华，干燥，MIM，CIM



HTRH-H₂—通H₂用管式炉，1600°C



吹扫气罐内装满氮气，压力8bar。若在纯氢气环境下使用，气罐需要加配安全选配件。



触摸屏自动操作，所有阀门，温度，气体流量等等都可以手动或按预定程序自动打开和关闭。



- 1 氢气传感器
- 2 尾气燃烧装置
- 3 加热出口系统
- 4 触摸屏自动操作

选配件

真空系统：

不同的管式炉可以选择不同材质的工作管

- 耐高温钢
- 石英
- 陶瓷

配备工作管后，炉子可以连接真空泵系统。涡轮分子泵的泵速为300 l/s或者更高的包含前级泵的双级转子泵。也可根据要求供应其他类型的泵组。若需要可另配快速冷却系统。工作管的详细信息见82页。

管式炉：

F, HTRH, HTRV 系列管式炉都可以改装为以上描述的通氢气应用。

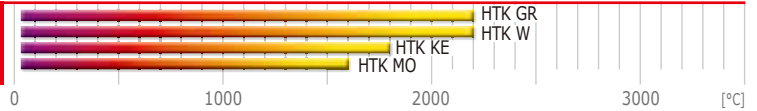
应用案例

软磁材料的热处理



对于很多敏感应用和测量来说，保护周围环境免受电磁场的干扰显得尤为重要，一般会采用高磁导率材料进行屏蔽。这种材料被称为Mu-Metal®，工艺过程是将其在1200°C，氢气环境中加热数小时。经过热处理的材料必须被小心处理，否则会降低已获得的磁性性能。

用Mu-Metal®制成的金属薄片屏蔽磁场。该技术需经过Vacuumschmelze (VAC) 公司的正式许可。



高温箱式炉

HTK有三种不同的版本：石墨，金属（钨和钼）或者陶瓷纤维。不同的保温材料可覆盖更广泛的应用。

矩形炉体，前开门设计使加样和取样非常方便。HTK提供6种不同的尺寸供选择。最小体积8L，25L通常用于实验室开发和研究。80L，220L，400L或600L主要用于生产系统试验或大型生产。HTK GR保温材料和加热元件均为石墨，最高温度2200°C，适合那些极端热处理应用。根据应用需要可配备石墨反应罐，该反应罐可以通入气氛。对有气体释放的应用来说，反应罐可以保护加热元件，延长炉子的使用寿命。配备反应罐后，温度均匀性也有所改善，小于 $\pm 10^\circ\text{C}$ 。石墨炉的可在 10^{-3}mbar 真空度下使用，也可用于保护气氛如氮气/氩气还有反应性气体如氢气，一氧化碳。HTK GR不能在氧气环境下使用。

钨金属炉（HTK W）和钼金属炉可用于最高真空和最纯的气氛环境。工作真空度可达高级别真空 $5 \times 10^{-6}\text{mbar}$ 。若有需要甚至可达超高真空等级。常用气氛包含：氮气，氩气，氢气或混合气体。炉子的加热元件和保温材料材质是一样的。保温材料为钨和钼制的防辐射挡板。有气体导入或释放或者需要提高温度均匀性的应用可配备反应罐。HTK W最高温度2200°C，HTK MO为1600°C。

陶瓷纤维炉HTK KE 可用于自定义比例的含氧混合气氛或100%纯氧环境中。1350°C炉子加热元件为铁铬铝电阻丝，1800°C的炉子加热元件为硅钼棒。陶瓷纤维炉可用于惰性气体环境，但是气氛纯度较低。可短时间内用于真空环境，由于保温材料的多孔性，真空度只能达粗真空级别。



HTK 400 GR/22: 高温箱式炉, 2200°C, 体积400L 触摸屏自动操作

优势

- 金属炉可提供精确定义的高纯度气氛环境（6N或更好）
- 金属炉可达最高真空度
- 石墨炉可达最高温度
- 根据要求提供氢气分压操作
- HTK KE可在100%纯氧环境下操作
- 粉末样品的卸样控制
- 用于质量控制的数据记录

典型应用

HTK石墨炉:

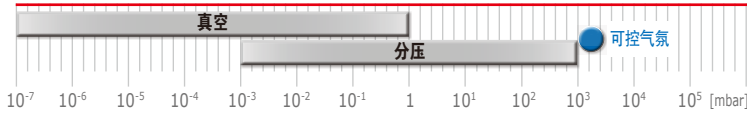
热解，烧结，硅化，石墨化，先进陶瓷如SiC，SiN，BC，AlN和组合材料

HTK金属炉:

金属粉末注射成型（MIM），无碳气氛，烧结，镀金属等等

HTK陶瓷纤维炉:

陶瓷注射成型（CIM），空气环境下排胶和烧结

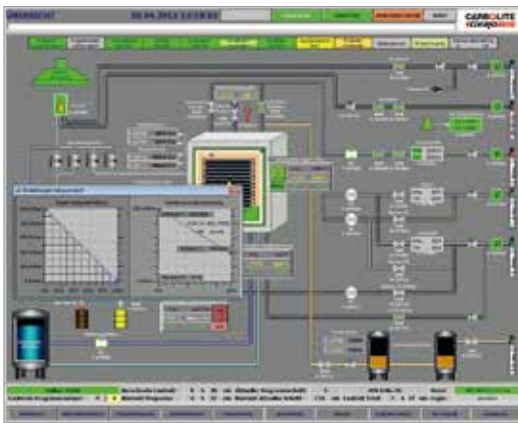


HTK—箱式炉，2200°C

技术特征

腔体的四面都有加热元件。加热元件置于炉子内腔的顶部，左右侧和顶部。这种排列有助于提高温度均匀性。对于大体积的炉子，腔体的前部和背部也有安装加热元件。体积增大则需要更多的加热元件来保证良好的温度均匀性。我们的设计保证HTK全系列炉子温度均匀性都能达到最好。HTK W, HTK MO, HTK GR 和HTK KE周围都有水冷夹层，此特点将HTK定义为冷壁炉。冷却水通过双重夹层导入。

若有应用需要，HTK GR的温度可达到3000°C。该温度范围需要特殊的炉子设计。除了合适的保温材料厚度，还需要特殊几何形状的加热元件和控温用高温计。高温计通过光学方法直接测量热辐射，并没有插入炉内，而是通过窗口来探测。该原理只有在发射足够辐射量时才能工作，需要的辐射量在400°C以上才能够发射，低于400°C采用移动热电偶来控制温度。因为碳蒸汽压力的增加，3000°C仅适用于惰性气体环境。碳蒸汽压力会导致碳被释放到大气中，对碳敏感的样品则需要使用金属炉。更多关于3000°C炉子的信息请见SERIE 3000。



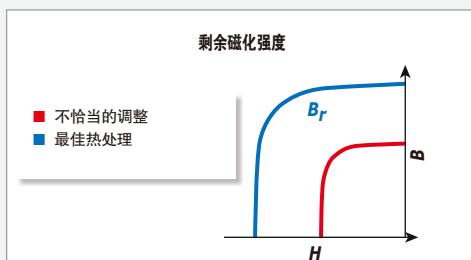
自动操作的可视化截图



HTK 8 GR/ 22:箱式炉，可用体积8L，温度2200°C。石墨保温材料由多层隔热板组成。加热盒里面有一个反应罐，位于中心位置。

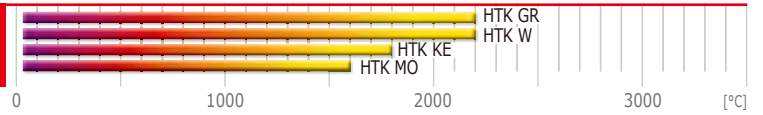
典型应用

磁性材料在HTK金属炉中的烧结应用



正确的热处理可以获得高剩磁 (B_r) (蓝色曲线) 不恰当的调整 (红色曲线) 磁性被降解。热处理过程必须谨慎选择。

磁性材料具有非常广泛的应用范围。他们作为磁通量的核心被用在发电机，互感器，电机上。材料磁性的好坏对提高效率和设备质量是非常重要的。如硬磁材料 (永磁体) 中的高剩磁 (B_r) 或软磁材料高起始磁导率。软磁材料的各种产品覆盖了巨大的市场——每年约 7×10^6 吨。磁性可以通过适当的热处理来提高和控制。为了避免材料被氧化，热处理过程在真空和氢气环境中进行，必须保证最高纯度的气氛。对于这类应用，HTK金属炉是理想选择。软件的自动控制让热处理具有重复性和可靠性。如果需要，HTK可以和手套箱一起连用进行装/卸样。



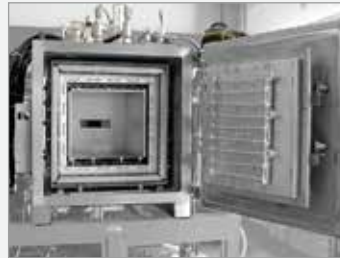
HTK系统有三种不同的保温材料和加热原理，满足更广泛的应用范围。

石墨炉



石墨炉可用于真空/高真空，保护性气氛如氮气/氩气，反应气氛氢气和一氧化碳中。不可用于空气中。应用包含先进陶瓷如SiC, SiN, B₂C, AlN和组合材料。在复合材料领域被用于热解，烧结，硅化、碳化等。

钼金属炉和钨金属炉



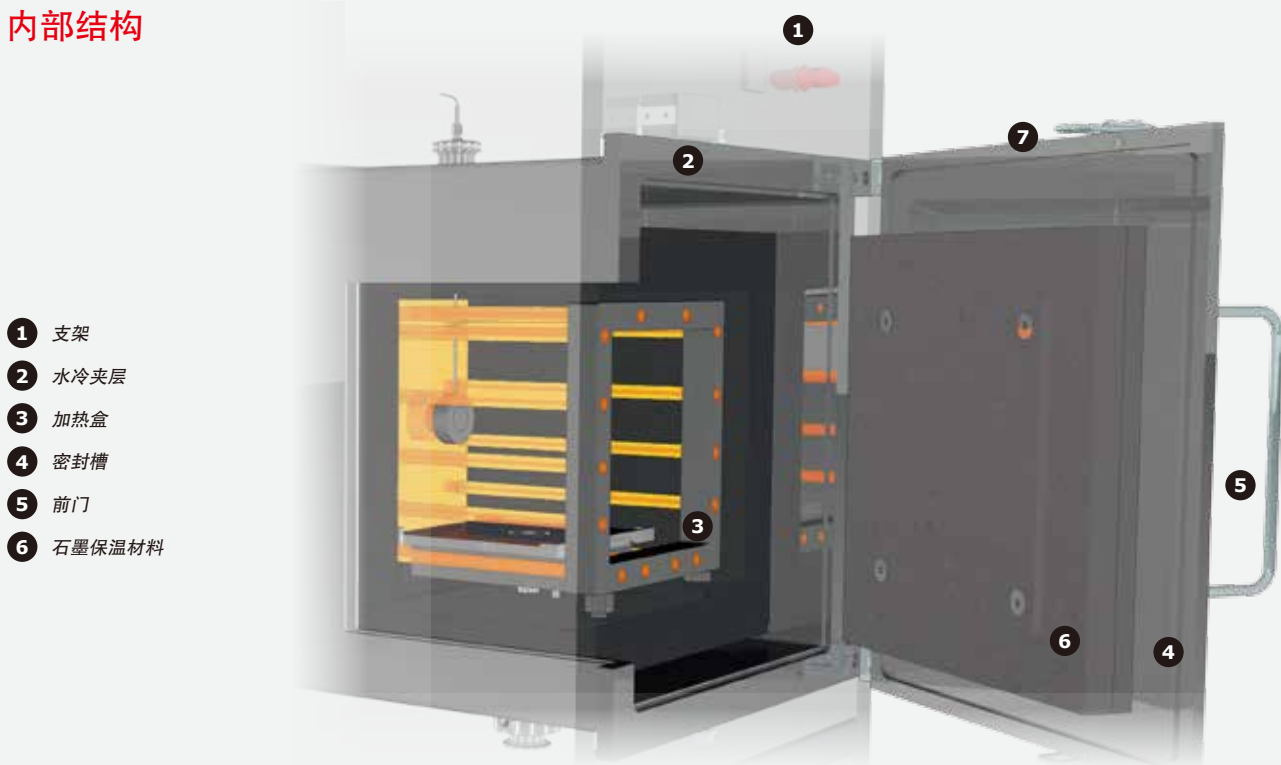
金属炉无纤维保温层，所以可达到最高真空度和最纯的气氛环境。其精致的设计可用于需要在无碳环境中处理的样品。应用涉及照明行业中，金属粉末注射成型，蓝宝石的回火，金属热处理，烧结球团核工业，制造雷达管，金属陶瓷元件，高真空钎焊等。

陶瓷纤维炉

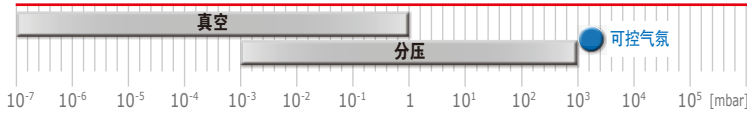


陶瓷纤维炉可用于自定义比例的含氧混合气氛或100%纯氧环境中。可通氮气或氩气，但多孔保温材料致使气氛环境纯度不高。应用如压电陶瓷材料和所有氧化材料烧结。其他如金属热处理，晶体生长和陶瓷粉末生产等。

内部结构



- ① 支架
- ② 水冷夹层
- ③ 加热盒
- ④ 密封槽
- ⑤ 前门
- ⑥ 石墨保温材料
- ⑦ 密封槽



选配件

HTK的所有型号都可选择手动或者自动操作。只要不适用非安全气体，就可以使用手动版本。若有使用反应性气体如氢气，只可以选择符合所有相关安全规定（SIL2）的自动操作版本。

真空系统：

HTK所有型号都可安装前级泵来预抽真空。对 10^{-3} mbar真空级别，需要前级泵和罗茨泵的组合。高真空操作，前级泵需与涡轮分子泵连接。泵速的选择依据是炉子体积大小。

- 单级或双级旋片式真空泵：HTK 600 GR用旋片泵，泵速300 m^3/h ，用来降低热处理环境中氧气浓度。也可用作前级泵。
- 罗茨泵：用于 10^{-3} mbar范围内的可靠热处理。根据炉内所需真空谨慎选择前级泵。
- 涡轮分子泵：用于高真空或高纯度气氛的热处理，石墨炉和金属炉都可用。
- 扩散油泵：泵速可达20000 m^3/h ，推荐用于大体积HTK型号的快速抽气。

软件：

手动炉子通过欧陆控制器结合KP 300面板操作。阀门和泵可通过面板上的按钮操作。数据记录采用iTools软件和PC连用实现。

- 可储存10个程序，程序段多达500个。
- Eurotherm 3508：可储存50个程序，程序段多达500个。
- RS 232/ 485
- iTools选项
- 过温保护器选项（推荐连续无人值守操作）
- 远程控制

自动操作的炉子通过TP1900或WIN CC软件来实现。两者都采用用户友好型触摸屏界面。操作直观，可视。Win CC的操作特点是更多功能选项被呈现在触摸屏界面上。两种软件系统都可生成CSV文件供后续使用。

- TP 1900：可储存20个不同的加热程序，每个程序最多25个程序段
- Win CC：可储存50个加热程序，每个程序最多30个程序段。

反应气体设备：

氢气含量超过4%，炉子需要安装尾气燃烧装置。为了防止发生冷凝出气口也可以被加热。根据应用需要，炉子可配备多于一种惰性气体的气路。安装反应罐可保护加热元件及保证定义气氛通入炉体。

- 反应气体设备
- 可燃气体的安全包可燃气体的安全包
- 带燃烧火焰的排胶单元
- 多于一种惰性气氛
- 反应罐

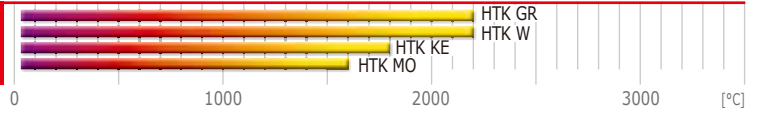
水冷：

若现场没有安装水冷系统，我们可以一并提供。会根据炉子的功率来设计水冷系统的冷却功率。

- 水冷系统：冷水机



根据炉子的最大功率，Cabolite Gero可提供合适的水冷系统。



技术参数



Model

Graphite

Model	HTK 8 GR/22-1G	HTK 25 GR/22-1G	HTK 80 GR/22-1G	HTK 220 GR/22-1G	HTK 400 GR/22-1G	HTK 600 GR/22-1G
高x宽x深 [mm]	2100 x 1300 x 1100	2200 x 1900 x 1800	2300 x 2100 x 2200	2500 x 2300 x 2600	2500 x 2300 x 2600	2500 x 2500 x 2900
运输重量	1200	1700	2000	3000	3800	4500
可用空间	8	25	80	220	400	600
H x W x D, 不含回嘴的可用空间 [mm]	200 x 200 x 200	250 x 250 x 400	400 x 400 x 500	600 x 600 x 600	650 x 700 x 900	650 x 750 x 1200
H x W x D, 含回嘴的可用空间 [mm]	180 x 180 x 200	230 x 230 x 400	380 x 380 x 500	560 x 560 x 600	630 x 680 x 900	630 x 730 x 1200
热值	2200	2200	2200	2200	2200	2200
真空时的最高温度 [°C]	2200	2200	2200	2200	2200	2200
气氛时的最高温度 [°C]	2200	2200	2200	2200	2200	2200
ΔT, 从500-1500摄氏度 (根据DIN 17052)	±10	±10	±10	±10	±10	±10
最大加热率2000°C [K/min]	10	10	10	10	10	10
冷却时间 [h]	6	6	8	8	12	12-16
电气参数	26.5	60	100	160	250	300
功率 [KW]	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)
电压 [V]	3 x 66	3 x 90	3 x 150	3 x 240	3 x 370	3 x 450
电流 [A]	3 x 80	3 x 125	3 x 200	3 x 315	3 x 500	3 x 500
保险丝 [A]	真空 (可选项)					
泄漏率 (清洁, 冷态, 空炉膛) [mbar l/s]	< 5 x 10 ⁻³					
真空度, 取决于真空泵	粗或精真空					
冷却水需求	40	70	100	150	200	220
流速 [l/min]	23	23	23	23	23	23
最高进水温度 [°C]	气体					
氮气或氩气, 其他气体请联系厂家 [l/h]	200-2000	200-2000	200-2000	1000-10000	1000-10000	1000-10000
控制器	待定					
控制器	待定					

外部尺寸

高x宽x深 [mm]

2100 x 1300 x 1100	2200 x 1900 x 1800	2300 x 2100 x 2200	2500 x 2300 x 2600	2500 x 2300 x 2600	2500 x 2500 x 2900
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

运输重量

整机 [kg]

1200	1700	2000	3000	3800	4500
------	------	------	------	------	------

可用空间

容积 [l]

8	25	80	220	400	600
---	----	----	-----	-----	-----

H x W x D, 不含回嘴的可用空间 [mm]

200 x 200 x 200	250 x 250 x 400	400 x 400 x 500	600 x 600 x 600	650 x 700 x 900	650 x 750 x 1200
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------

H x W x D, 含回嘴的可用空间 [mm]

180 x 180 x 200	230 x 230 x 400	380 x 380 x 500	560 x 560 x 600	630 x 680 x 900	630 x 730 x 1200
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------

热值

真空时的最高温度 [°C]

2200	2200	2200	2200	2200	2200
------	------	------	------	------	------

气氛时的最高温度 [°C]

2200	2200	2200	2200	2200	2200
------	------	------	------	------	------

ΔT, 从500-1500摄氏度 (根据DIN 17052)

±10	±10	±10	±10	±10	±10
-----	-----	-----	-----	-----	-----

最大加热率2000°C [K/min]

10	10	10	10	10	10
----	----	----	----	----	----

冷却时间 [h]

6	6	8	8	12	12-16
---	---	---	---	----	-------

电气参数

功率 [KW]

26.5	60	100	160	250	300
------	----	-----	-----	-----	-----

电压 [V]

400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)
----------	----------	----------	----------	----------	----------

电流 [A]

3 x 66	3 x 90	3 x 150	3 x 240	3 x 370	3 x 450
--------	--------	---------	---------	---------	---------

保险丝 [A]

3 x 80	3 x 125	3 x 200	3 x 315	3 x 500	3 x 500
--------	---------	---------	---------	---------	---------

真空 (可选项)

泄漏率 (清洁, 冷态, 空炉膛) [mbar l/s]

< 5 x 10 ⁻³					
------------------------	--	--	--	--	--

真空度, 取决于真空泵

粗或精真空					
-------	--	--	--	--	--

冷却水需求

流速 [l/min]

40	70	100	150	200	220
----	----	-----	-----	-----	-----

最高进水温度 [°C]

23	23	23	23	23	23
----	----	----	----	----	----

气体

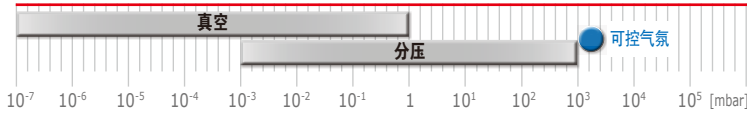
氮气或氩气, 其他气体请联系厂家 [l/h]

200-2000	200-2000	200-2000	1000-10000	1000-10000	1000-10000
----------	----------	----------	------------	------------	------------

控制器

控制器

待定					
----	--	--	--	--	--



HTK—箱式炉, 2200°C

铜			钨		陶瓷纤维					
HTK 8 MO/16-1G	HTK 25 MO/16-1G	HTK 80 MO/16-1G	HTK 8 W/18-1G	HTK 25 W/18-1G	HTK 8 KE/13-1G	HTK 25 KE/13-1G	HTK 80 KE/13-1G	HTK 220 KE/13-1G	HTK 400 KE/13-1G	HTK 600 KE/13-1G

2100 x 1300 x 1100	2200 x 1900 x 1800	2300 x 2100 x 2200	2100 x 1300 x 1100	2200 x 1900 x 1800	2100 x 1300 x 1100	2200 x 1900 x 1800	2300 x 2100 x 2200	2500 x 2300 x 2600	2500 x 2300 x 2600	2500 x 2500 x 2900
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

1200	1700	2000	1300	1900	1200	1700	2000	3000	3800	4500
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

8	25	80	8	25	8	25	80	220	400	600
200 x 200 x 200	250 x 250 x 400	400 x 400 x 500	200 x 200 x 200	250 x 250 x 400	200 x 200 x 200	250 x 250 x 400	400 x 400 x 500	600 x 600 x 600	650 x 700 x 900	650 x 750 x 1200
180 x 180 x 200	230 x 230 x 400	380 x 380 x 500	180 x 180 x 200	230 x 230 x 400	180 x 180 x 200	230 x 230 x 400	380 x 380 x 400	560 x 560 x 600	630 x 680 x 900	630 x 730 x 1200

1600	1600	1600	1800	1800	1100	1100	1100	1100	1100	1100
1600	1600	1600	1800	1800	1350	1350	1350	1350	1350	1350
±5	±5	±5	±5	±5	±10	±10	±10	±10	±10	±10
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
6	6	8	6	6	6	6	8	10	12	12-16

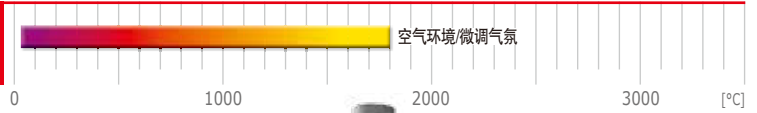
30	80	100	45	100	8	16	45	80	120	200
400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400	400 (3P)	400	400	400	400	400	400
3 x 75	3 x 120	3 x 150	112	3 x 150	20	40	3 x 65	3 x 120	3 x 180	3 x 290
3 x 100	3 x 160	3 x 200	3 x 160	3 x 200	3 x 63	3 x 63	3 x 80	3 x 160	3 x 250	3 x 315

$< 5 \times 10^{-3}$			$< 5 \times 10^{-3}$		$< 5 \times 10^{-3}$					
粗, 精或高真空			粗, 精或高真空		粗, 精或高真空					

40	70	100	40	100	15	20	40	60	100	175
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23

200-2000	200-2000	200-2000	200-2000	200-2000	200-2000	200-2000	200-2000	1000-10000	1000-10000	1000-10000
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	------------	------------	------------

待定			待定		待定					
----	--	--	----	--	----	--	--	--	--	--



热处理空气高温箱式炉

HTKE是硅钼棒箱式炉，高效的低热质陶瓷纤维保温设计保证了有效空间里的高均温性。

HTKE系列有32, 64和128升可选，最大可提供250升容量。硅钼棒加热元件位于炉膛左右两边，垂直结构以避免加热过程中软化变形。功率，保温材料和厚度决定了炉子的最高工作温度。HTKE可提供最高工作温度1600 °C, 1700 °C 或 1800 °C。热处理只能在空气环境下进行，可提供配有手动阀和浮子流量计的补充气路。空气环境中氧气含量会被抑制，但因为整个加热炉不会完全密封，所以氧气无法除去。所以整个加热炉适合烧结陶瓷或者陶瓷氧化物，温度均匀性优于±5 K。

有陶瓷保护鞘的B型热电偶控制温度。无人值守时推荐使用过温保护热电偶。

Carbolite Gero提供脱胶HTKE炉，可在烧结之前进行脱胶。炉子集成了进气口以便预热空气，预热后的空气通过数个进气口进入炉膛对称流动，确保了低温加热时的样品周遭的温度均匀性。排胶过程中释放的气体由燃烧清洁器燃烧掉。燃烧清洁器用丙烷和压缩空气助燃。经过排胶后炉膛开始升温进行烧结。



HTKE 64/16: 高温箱式炉，可用空间64升，最高加热温度1600°C。本款配有排胶用燃烧清洁器。

优势

- 空气环境下最高烧结温度1800 °C
- 排胶配置可在空气环境下排胶
- 高性能隔热保温陶瓷纤维
- 均温性好
- 快速升/降温
- 手动操作
- 数据存储选项

典型应用

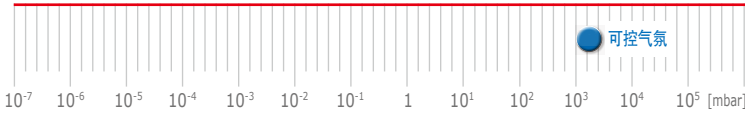
空气环境中排胶和烧结，干燥，退火，回火，脱气，合成，升华和陶瓷注射成型（CIM）。

应用案例

压电材料回火处理



汽车工业中压电材料有着非常广泛的应用，可以控制燃料的注射压力。很多现代压电材料制造工艺是在空气环境下无压力烧结进行的，这样的方法比冷等静压（CIP）方法更方便性价比更高。高温箱式炉是一个非常好的选择方案，例如制备铌酸钾钠（KNN）基压电陶瓷。

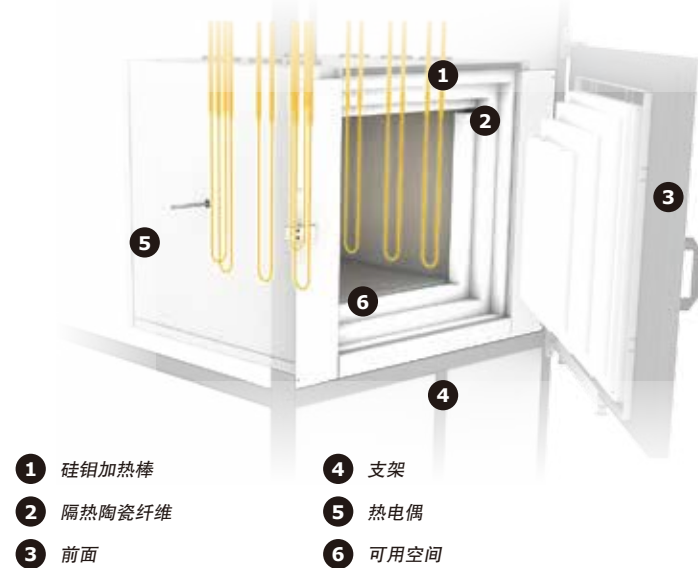


HTKE—箱式炉, 1800°C

技术细节

高温箱式炉中U型硅钼加热棒垂直放置，隔热保温材料为多层陶瓷纤维板，其厚度适宜，确保炉子的均温性好。根据炉子的最高温度1600，1700或1800°C不等，陶瓷纤维板的标称温度也会不同。隔热保温材料的低热导性无需再加水冷系统。整个炉体通过金属板和环境温度互相交换热量来散热。硅钼加热棒特别适合高温应用 (>800°C), 这样的温度条件下硅钼棒表面会形成一层致密的氧化保护膜。独有的紧凑设计使得高温箱式炉均温性非常良好。

内部结构



选配件

- 高温箱式炉可以配备排胶单元或增加气路系统
- 带排气挡板和控制器的热风机
- 尾气清洁剂
- 带阀和流量计的附加进气口

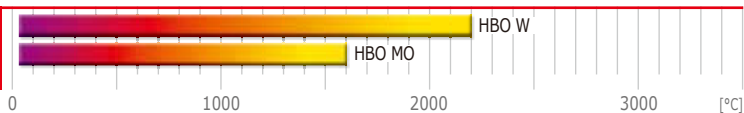
软件:

在KP300控制面板上通过欧陆控制器手动操控炉子。阀门和泵可简单在面板上按键控制。iTools软件可以连接电脑存储数据。

技术参数

Ceramic fibre, non-vacuum tight			
Model	HTKE 32	HTKE 64	HTKE 128
外部尺寸			
高x宽x深 [mm]	1800 x 1000 x 1200	2000 x 1000 x 1200	2000 x 1000 x 1500
可用空间			
容积 [l]	32	64	128
高x宽x深 [mm]	300 x 300 x 300	400 x 400 x 400	400 x 400 x 800
热值			
气氛时的最高温度 [°C]	1600, 1700, 1800	1600, 1700, 1800	1600, 1700, 1800
Max. dwell time at T_{max} [h]	2	2	2
最高升温速率 [K/min]	10	10	10
冷却时间 [h]	12	12	12
电气参数			
功率 [KW]	14	16	40
电压 [V]	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)
电流 [A]	3 x 35	3 x 40	3 x 100
保险丝 [A]	3 x 50	3 x 50	3 x 125
控制器			
控制器	待定		
冷却水要求			
流速 [l/min]	无需水冷		

- 欧陆 3508: 可存储10个程序共包括500个分段
- 欧陆 3508: 可存储50个程序共包括500个分段
- RS232/485 接口
- iTools 控制软件
- 过温保护器 (推荐无人值守连续工作使用)
- 远程控制



金属罩式炉用于高纯度气氛环境应用

金属罩式炉 (HBO) 没有纤维隔热保温材料, 特别适合高真空度和高纯度气氛应用。

炉子的结构材料特别适合高温低压应用, 保证了加热元件和隔热保温材料在高温下的安全性。

防辐射隔热屏蔽塞和加热元件是同一材质, 没有使用纤维保温材料。HBO罩式炉有两个系列: 最高加热温度1600的钼金属炉和最高加热温度2200°C的钨金属炉。

除纯氮气, 氩气和氢气或者这些气体的混合气体都可应用外, 其他气体也可提供应用支持。气氛环境可以轻微过压, 亦可控制在10到10mbar的分压应用。分压控制需要使用特定的气体流量计。

HBO的全金属炉设计保证了高真空度的实现, 因此可超过 5×10^{-4} mbar真空度, 更高真空度也可以通过一系列的定量和控制设备实现。真空度的不同, 所需要的真空泵也不同。三区独立控制器确保了最佳的均温性。

优势

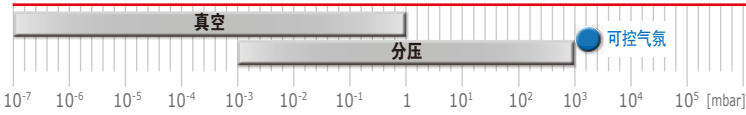
- 高纯精确定制气氛环境 (>6N)
- 高真空度
- 加热迅速, 降温快速 (定制)
- 可提供氢分压操作
- 针对粉体样品抽真空缓冲控制
- 可燃或有毒气体认证安全管理
- 全自动控制
- 质量管理数据保存



HBO 60 mo/16: 可用容积60l罩式炉, 最高加热温度1600°C, 可通过触控面板操控, 附有真空泵。

典型应用

加硬处理, 退火, 回火, 淬火, 焊接, 钎焊, 排气, 热解, 硅化, 碳化, 快速预处理, 烧结, 分解, 合成, 升华, 干燥, MIM (金属注射成型), CIM (陶瓷注射成型)



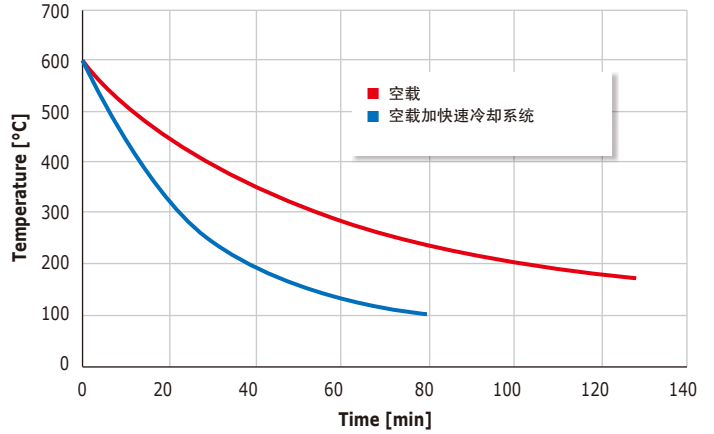
HBO - 罩式炉, 2200°C

技术细节

HBO由9层金属防辐射隔热屏蔽板构成，三温区加热技术和进气预热保证均温性良好。三温区独立加热元件机械性能稳定。如果样品有气体释放可以选择气氛盒保护加热元件，同时也可以增加温度均匀性。

防辐射隔热屏蔽板可选择钨或者钼。HBO有水冷隔热层设计，内置样品架可以另选。

三温区各自独立控制和有附加过温保护热电偶，因此也支持无人值守实验。可订购快速冷却系统。



冷却到室温

如图所示冷却曲线—空载炉（红色）60l，空载炉+快速冷却系统（蓝色）60l。加上快速冷却系统，炉子冷却速度快了一倍。

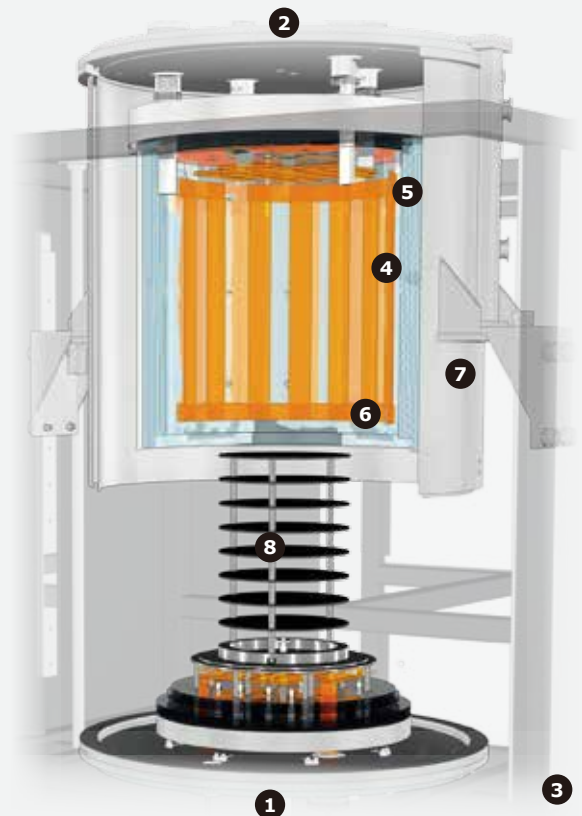
内部结构



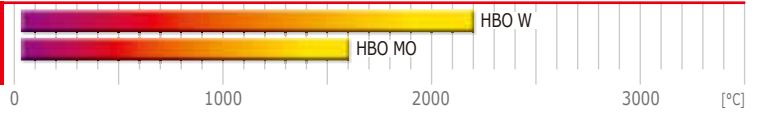
加热元件



置物架



- ① 出/进气口
- ② 出/进气口
- ③ 真空泵系统
- ④ 热电偶孔
- ⑤ 隔热屏蔽板
- ⑥ 加热元件
- ⑦ 水冷层
- ⑧ 样品架 (需定制)



选配件

定制真空泵系统，操作软件，多种气体进气口，活性或惰性气体气路系统，水冷系统（当现场没有足够的冷却水供应时）。HBO配有自动软件操作系统。

真空泵系统

HBO可以配备初级真空泵，更高真空度还要求增加转子泵。高真空需要初级泵和分子泵联合使用。

下列分子泵推荐相应容积炉子使用：

- HBO 10: 泵速 300-400l/s
- HBO 25: 泵速 400-700l/s
- HBO 60: 泵速 700-1200l/s

分子泵转速高，最后真空度也会好，配合双级转子泵使用，也可以选择其他泵配合。

软件

HBO是软件全自动操作的，可以用WinCC或TP1900两种触控面板操作，都是图形化操作按键，非常容易操作。如果使用WinCC系统还有更多高级选项。

- TP1900: 可存储20个加热程序，每个程序含25个步骤。
- WinCC: 可存储50个加热程序，每个程序含30个步骤。

反应性气体设备

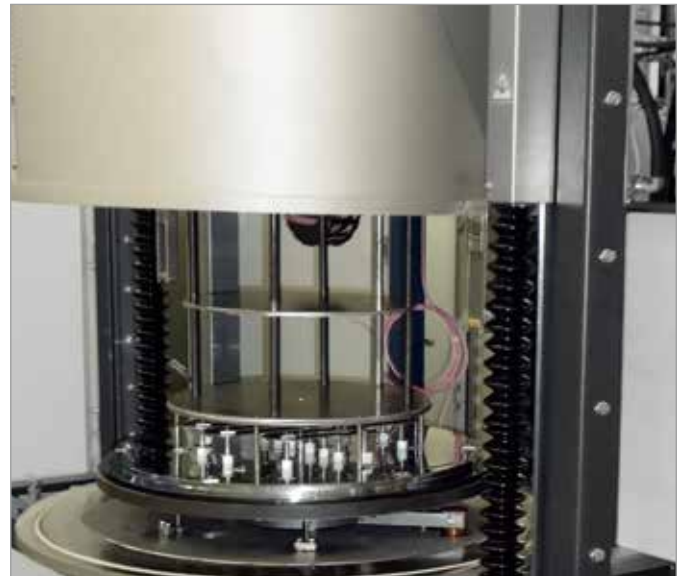
如果混合气体中氢气的比例超过4%，必须配备安全燃烧装置。出气管路也需要加热以避免可能的沉积。可提供多种惰性气体连接炉子。为了保护加热元件或者提供气体更好的导向性，还可以订购气氛盒。

- 反应性气体设备
- 多种惰性气体气路
- 气氛盒

水冷系统

如果现场没有水冷装置，也可以订购安装。冷却功率根据需要或者炉子的功率设计。

- 水冷系统: 水冷机



HBO设计方便进样，如有样品架需要，请订购

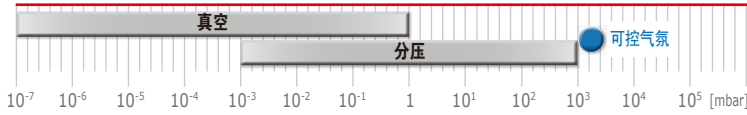
应用案例

电子元件的焊接和钎焊



HBO在真空焊接和钎焊应用广泛，很多卫星，航天飞机，雷达和辐射管的电子元件都需要高真空焊接或钎焊。HBO是这些应用的最好选择，能把各种不同性质的材质焊接在一起。除此以外，保护罩升降自动控制，移动十分安稳，保护样品不受震动的危害。

软件有确切数据记录，整个运行过程控制有序。真空度，温度，流量等所有数据按程序设定时间记录，都可以导出为CSV格式的文件。



技术参数



人体高度

铝			钨		
HBO 10 MO/16-1G	HBO 25 MO/16-1G	HBO 60 MO/16-1G	HBO 10 W/22-1G	HBO 25 W/22-1G	HBO 60 W/22-1G

外部尺寸

高x宽x深 [mm]	2500 x 2300 x 2000	2500 x 2300 x 2000	2800 x 2300 x 2500	2500 x 2300 x 2000	2500 x 2300 x 2000	2800 x 2300 x 2500
------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

运输重量

整机 [kg]	1800	2000	3000	1800	2000	3000
---------	------	------	------	------	------	------

可用空间

容积 [l]	10	25	60	10	25	60
∅ x H, 不含回嘴的可用空间 [mm]	200 x 300	300 x 400	400 x 500	200 x 300	300 x 400	400 x 500
∅ x H, 含回嘴的可用空间 [mm]	180 x 280	280 x 380	380 x 480	180 x 280	280 x 380	380 x 480

温度值

真空时的最高温度 [°C]	1600	1600	1600	2200	2200	2200
气氛时的最高温度 [°C]	1600	1600	1600	2200	2200	2200
ΔT, 800摄氏度以上 (根据DIN 17052)	±10	±10	±10	±10	±10	±10
最大升温速率 [K/min]	10	10	10	10	10	10
冷却时间 [h]	3	4	5	4	5	6

电气参数

功率 [KW]	50	65	80	125	150	250
电压 [V]	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)
电流 [A]	3 x 125	3 x 100	3 x 120	3 x 180	3 x 220	3 x 380
保险丝 [A]	3 x 160	3 x 125	3 x 160	3 x 250	3 x 315	3 x 500

真空 (可选项)

泄漏率 (清洁, 冷态, 空炉膛) [mbar l/s]	< 5 x 10 ⁻³			< 5 x 10 ⁻³		
真空度, 取决于真空泵	粗真空、精细真空、高真空			粗真空、精细真空、高真空、超高真空		

冷却水需求

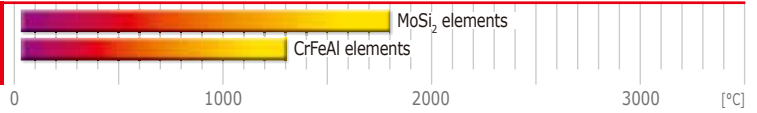
流速 [l/min]	40	50	64	100	120	200
------------	----	----	----	-----	-----	-----

气体

氮气或氩气, 其他气体请联系厂家 [l/h]	500-2000	500-2000	500-2000	500-2000	500-2000	500-2000
------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

控制器

控制器	Siemens			Siemens		
-----	---------	--	--	---------	--	--



高温罩式炉的空气气氛热处理

HB系列配有自动升降的罩子

样品可以由侧边放入炉子，加热元件可选用铁铬铝电阻丝或者硅钼棒。

HB罩式炉可用容积有80或160l两种，内膛为直角设计。罩子自动升降控制以便放/取样。基台高度750mm，符合人体工学。HB系列可以配备铁铬铝电阻丝，最高加热温度到1300°C。加热元件也可以选择硅钼棒，最高加热温度可选1600°C, 1700°C或1800°C。加热元件需要氧化以保证工作稳定。每一台炉子都精心设计和加工从而使得温度均匀性保持最佳。HB系列并不是完全密封的结构，但还是可以用转子流量计和阀连接气路系统。用气体吹扫的方式，含氧量可以降低到50ppm。

S型热电偶，外面附有陶瓷保护鞘。无人值守操作推荐使用过温保护装置。

排胶都需要清洁燃烧装置，用丙烷燃烧后再用压缩空气排走挥发的胶。Carbolite Gero 在定制炉方面非常有经验，可以根据客户的需求定制HB系列。可以提供气体循环系统，提高温度均匀性。可选择在炉内添加样品热电偶测试加热曲线。通过窗口连接，数据会按照预定步骤记录。炉子可以用欧陆控制器手动控制。其他控制器可以另外订购。



HB 80/13:
高温罩式炉最高可用容积80l，加热温度最高1300°C。可以在空气或者改性气氛中运行。

优势

- 在空气环境中烧结1800 °C
- 在空气环境中分解
- 高性能陶瓷隔热保温纤维
- 罩式设计 样品放/取方便
- 手动操作
- 数据记录选项

典型应用

空气环境中脱胶，烧结，干燥，退火，回火，排气，烧结，脱胶，合成，升华，CIM（陶瓷注射成型）

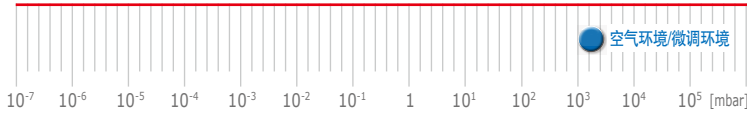
应用案例

超导体生产的热处理



超导体的热处理中需要减少氧含量，此外样品加热的均温性要求也非常高。HB系列在此应用上会配有循环排风系统和样品热电偶。超导体在某个转变温度失去电阻，这样才能产生超大电流和超高磁场。

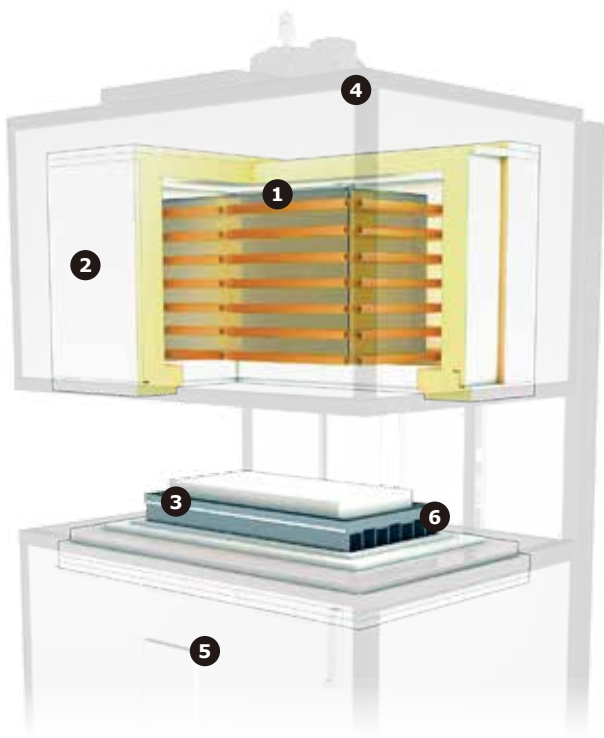
由于超导体的磁场补偿导致超导体的悬浮



内部视图





HB内腔配有铁铬铝加热丝，最高加热温度1300°C。



- 1 加热元件
- 4 自动升降罩
- 2 陶瓷纤维保温层
- 5 转子流量计接口
- 3 底座高度750mm
- 6 底部加热器 (仅有铁铬铝加热丝)

技术参数

		陶瓷纤维	
 人体高度	 H W	 H W	
		HB80/18	HB160/18
外部尺寸			
高x宽x深 [mm]	2200 x 1200 x 1200	2200 x 1800 x 1200	
运输重量			
整机 [kg]	1000	1250	
可用空间			
容积 [l]	80	160	
H x W x D, 不含回嘴的可用空间 [mm]	500 x 400 x 400	500 x 800 x 400	
温度值			
气氛时的最高温度 [°C]	1300, 1600, 1700, 1800	1300, 1600, 1700, 1800	
ΔT, 800摄氏度到最高温度之间 (根据DIN 17052)	±5	±5	
最大升温速率 [K/min]	5, 10, 10, 10	5, 10, 10, 10	
冷却时间 [h]	12, 14, 14, 14	14	
电气参数			
功率 [KW]	15, 45, 50, 60	30, 80, 85, 90	
电压 [V]	400 (3P)	400 (3P)	
电流 [A]	3 x 25, 3 x 65, 3 x 72, 3 x 86	3 x 50, 3 x 115, 3 x 123, 3 x 130	
保险丝 [A]	35, 100, 100, 125	63, 160, 160, 200	
控制器			
控制器	待定		

选配件

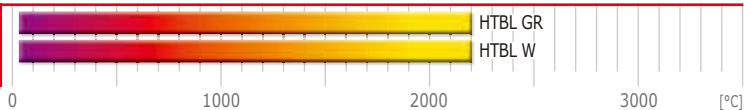
选配件

HB系列可配排胶装置或附加气路

- 清洁燃烧装置
- 带阀和转子流量计的附加进气口
- 欧陆3508P10: 可保存10组程序, 每组程序包含最多500个步骤
- 欧陆3508P50: 可保存50组程序, 每组程序包含最多500个步骤
- RS232/485接口
- itools 软件
- 过温保护装置 (推荐连续操作或者无人值守反应)
- 远程控制

软件:

可使用欧陆控制器上的KP300面板直接操控设备, 阀和泵可以直接按键操作, 记录数据可以用iTools软件直接保存在电脑上。



底载式炉

HTBL底载式炉为石墨或金属加热炉

石墨炉有2200°C和3000°C两种可选。石墨炉有50, 80或者200l的不同容积，金属炉只有60l。HTBL 60 MO/16-1G最高加热温度1600°C，配有钼制隔热板和加热元件。金属炉特别适合应用非常纯净或者高真空的气氛。HTBL也非常方便装/卸样品，炉膛可以下降并露出，以方便样品任意方向放入炉内而无任何限制。另外样品热电偶可以放置于指定位置，也可以订购气氛盒。底座的移动是完全自动控制的，液动力驱动，当炉膛移动到最低位置时，可以把炉膛手动外推90°C。

氮气，氩气和氢气可以单独或者混用，也可以使用其他气体。气氛环境轻微过压，分压压力在10到1000mbar之间，由气体流量决定。不可使用空气（氧气）。

气路系统由各种进气和控制装置组成，由真空泵进行真空操作，各个独立温度控制装置实现高温度均匀性。



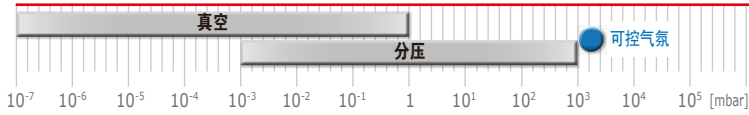
HTBL 60 GR/22: 底载式炉有效容积60l，最高加热温度2200°C，进样方式灵活方便。

产品优势

- 金属炉可提供最高纯度的气氛环境（6N或更高）
- 石墨炉最高加热温度可达3000°C
- 可提供氢分压操作
- 粉末样品抽真空操作平稳可控
- 全自动操作
- 质量控制用数据记录

典型应用

加硬，退火，回火，淬火，焊接，钎焊，排气，热解，硅化，碳化，快速预成型，烧结，分解，合成，升华，干燥，金属注射成型（MIM），陶瓷注射成型（CIM）



技术细节

底载式石墨炉加热元件为石墨，炉壁上加热器由软件控制，有过温保护装置。加热棒沿着圆柱形的炉壁排列直到顶部。保温材料是石墨纤维，外面包有水冷隔热层。载/取样必须手动解开保险。

真空工作管需要手动放置/取出。炉膛的上下移动是全自动的，等到移动到最低位，底座可以往外移出90°。HTBL可以支持量产应用，石墨炉配有红外测温仪和可移动热电偶。高温石墨炉的结构可以根据客户要求定制，气氛盒也可以定制。请注意如果样品不能接触碳元素，那只能选择金属炉。

HTBL金属炉的炉壁也是由钨或者钼构成，防辐射隔热板也是和加热元件一样的材质，一共有9层。如果加热温度不太高，那么隔热板会适当减少。HTBL的直径为400mm，加热区高度500mm，非常适合高真空环境操作。钼和钨制炉都能经受高温高真空的考验，在高温下加热元件都会变得很脆弱，使用需要小心。

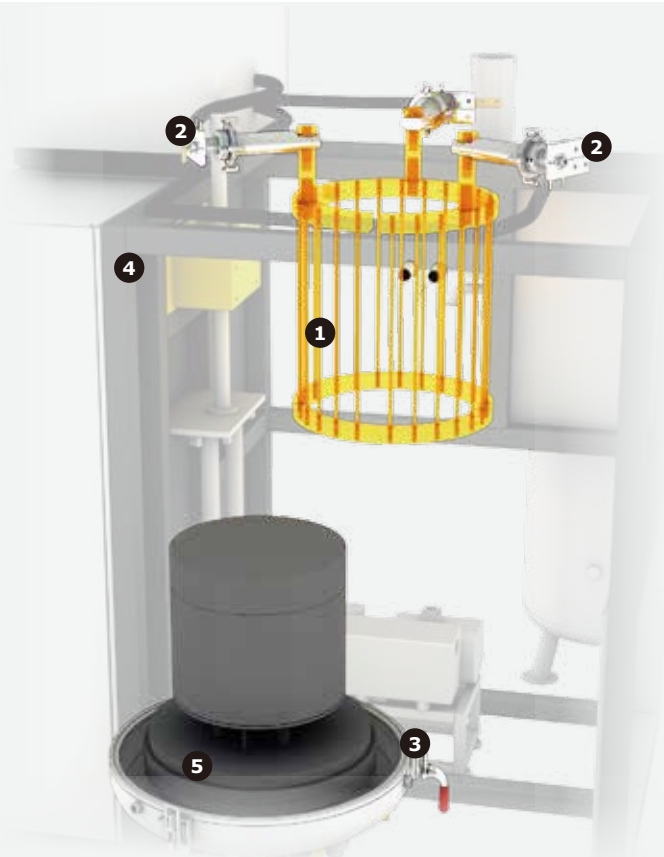
HTBL系列配有软件全自动控制和数据记录，预设步骤的相关信息都会后续记录和处理，特别适合工业化大规模生产的要求。

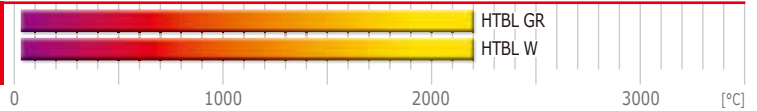
内部视图



内膛石墨加热器，石墨加热棒的对称结构保证了温度的均匀性。

- 1 加热元件
- 2 水冷管路接入
- 3 底部锁紧装置
- 4 框架
- 5 底座





选配件

包括定制真空泵系统，操作软件，多种气体进气接口，反应性和惰性气体气路，水冷系统（当现场没有足够水源供应时）。HTBL配有自动软件操作系统，也可以定制附加加热区。

真空泵系统：

HTBL系列配有初级真空泵做低度真空度操作，可配合转子泵做高真空操作。更高真空度要求配备涡轮分子泵或油扩散泵。HTBL 200 GR/22-1G 推荐配油扩散泵，抽真空速度非常快。通常大容积的炉子都会推荐用油扩散泵。下列为涡轮分子泵和油扩散泵的通常使用条件：

- 涡轮分子泵 泵速 1200或1500l/s
- 油扩散泵 泵速 8000m³/h

软件：

HTBL的软件操作是全自动完成的，可以选用TP 1900或WinCC，两者都有友好的使用界面，都是图形化直观操作。WinCC操作系统在触控屏上的图形操作界面有更多选项可选。两种操作系统都可以把信息保存为CSV格式文件以待后评。

- TP1900: 可存储20个程序，每组包括最多25个步骤
- WinCC: 可存储50个程序，每组包括最多30个步骤

反应性气体装置：

如果混合气体中氢气的比例超过4%，必须配备安全燃烧装置。出气管路也需要加热以避免可能的沉积。可提供多种惰性气体连接炉子。为了保护加热元件或者提供气体更好的导向性，还可以订购气氛盒。

- 反应性气体设备
- 多种惰性气体气路
- 气氛盒

水冷系统：

如果现场没有水冷装置，也可以订购安装。冷却功率根据需要或者炉子的功率设计。

- 水冷系统：水冷机

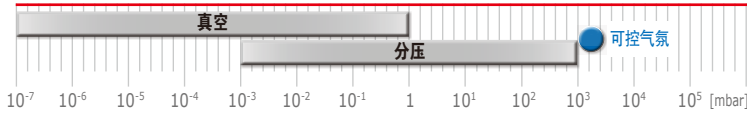
应用案例

硅化



陶瓷矩阵碳纤维加强复合材料有着广阔的应用前景，在高温氧气氛下C/C-SiC复合物是现代材料的首选。这种现代陶瓷材料有着诸多优异特性：高温稳定性，高热导率，低密度，高耐磨性。可用于导弹的发动机叶片，赛车制动块，防弹马甲，太空飞船（重复使用）的机头罩。多孔双基体碳C/C材料的主要生产工艺之一就是熔融渗硅法（LSI）；可用石墨底载式炉加工，和化学气相渗透法相比性价比，时间短。在加热过程中，石墨熔融在多孔双基体碳C/C材料上，渗入材料的孔隙内，在碳矩阵中加入硅，形成致密SiC，由此和其他碳碳片段分割开来。

石墨加工工艺很适合用HTBL石墨炉实现，取载样非常方便，自动程序控制保证无人值守时的操作和数据的安全性。



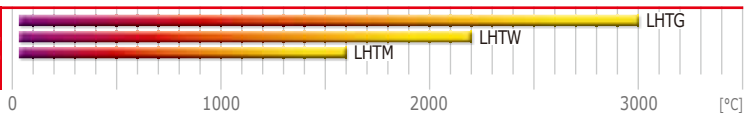
HTBL - 底载式炉, 2200°C

技术参数



人体高度

	Graphite				Molybdenum	Tungsten
	HTBL-H 50 GR/22-1G	HTBL 50 GR/22-1G	HTBL 80 GR/22-1G	HTBL 200 GR/22-1G	HTBL 60 MO/16-1G	HTBL 60 W/22-1G
外部尺寸						
高x宽x深 [mm]	4300 x 2400 x 2200	3500 x 2400 x 2200	4300 x 2400 x 2200	4800 x 2400 x 2600	3300 x 2400 x 2200	3300 x 2400 x 2200
运输重量						
整机 [kg]	3200	3200	3500	4200	3400	3600
可用空间						
容积 [l]	50	50	80	200	60	60
∅ x H, 不含回嘴的可用空间 [mm]	300 x 700	400 x 400	400 x 700	500 x 900	400 x 500	400 x 500
∅ x H, 含回嘴的可用空间 [mm]	280 x 680	380 x 380	380 x 680	480 x 880	380 x 480	380 x 480
温度值						
真空时的最高温度 [°C]	2200	2200	2200	2200	1600	2200
气氛时的最高温度 [°C]	2200	2200	2200	2200	1600	2200
ΔT, 从500-2200摄氏度 (根据DIN 17052)	±10	±10	±10	±10	±10	±10
最大升温速率 [K/min]	10	10	10	10	10	10
冷却时间 [h]	8	8	12	16	5	6
电气参数						
功率 [KW]	120	120	200	300	80	250
电压 [V]	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)
电流 [A]	3 x 175	3 x 175	3 x 290	3 x 430	3 x 115	3 x 360
保险丝 [A]	3 x 250	3 x 250	3 x 400	3 x 630	3 x 160	3 x 500
真空 (可选项)						
泄漏率 (清洁, 冷态, 空炉膛) [mbar l/s]	5×10^{-3}				5×10^{-3}	5×10^{-3}
真空度, 取决于真空泵	粗真空或精细真空				粗真空、精细真空、高真空、超高真空	粗真空、精细真空、高真空、超高真空
冷却水需求						
流速 [l/min]	100	100	150	220	64	200
气体						
氮气或氢气, 其他气体请联系厂家 [l/h]	500-2000	500-2000	500-2000	500-2000	500-2000	500-2000
控制器						
控制器	Siemens				Siemens	Siemens



高温实验室炉

LHT实验室高温炉系列独有紧凑结构，专为研发实验室环境使用而设计。

LHT系列有LHTG, LHTW和LHTM3个大类，有效容积直径100mm/加热高度300mm或有效容积直径200mm/加热高度300mm。整个圆柱形炉膛被加热元件和保温隔热材料包围，外面再加一层水冷保护层。小巧的体积非常适用一些小型样品的制备。炉子和软件操控电气控制箱集成为一个简单的工作平台，底部的万向轮方便移动。这使得LHT完美契合大学或者工业研发实验室的应用。体积小，操作简单，性价比高，加热和气氛性能毫无折扣。圆柱形的结构设计也非常适合过压热处理。整个LHT系统可以根据客户需求配备锁紧装置或最高支持到100bar高压的安全保护装置。

LHTG加热元件和保温材料都是石墨制成，温度控制器是红外测温仪，也可以根据需要添加过温保护热电偶，这特别推荐在无人值守实验时应用。氩气环境下炉子可以加热最高到3000°C，如此高温下只能使用红外测温仪。在室温下，几乎没有热辐射存在，为了监控LHTG的加热过程，可订购插拔式热电偶。

LHT金属炉有钨和钼制成的加热元件和防辐射隔热板，最高加热温度可以分别到2200°C和1600°C。防辐射隔热板可以避免加热元件的热量直接影响水冷层。金属结构保证了高真空度或气氛环境的高纯度，所以可以满足超高真空度的实验要求。



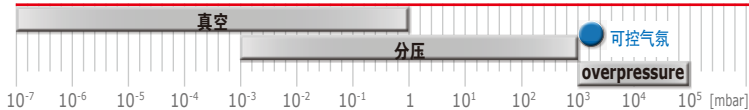
LHTW 200-300/22: 高温实验室钨制加热炉内径200mm，加热元件高度300mm，最高加热温度2200°C

优势

- 紧凑设计贴合实验室应用需求
- 高真空度可能 低于 5×10^{-6} mbar
- 分压范围10-1000mbar
- 高压最高至100bar
- 石墨制加热炉头最高达3000°C
- 可提供氢分压控制
- 粉末样品抽真空平稳缓和
- 数据记录支持质量管理体系

典型应用

加硬，退火，回火，淬火，加硬，焊接，钎焊，排气，热解，硅化，碳化，快速预产品成型，烧结，分解，合成，升华，干燥，MIM（金属注射成型），CIM（陶瓷注射成型）

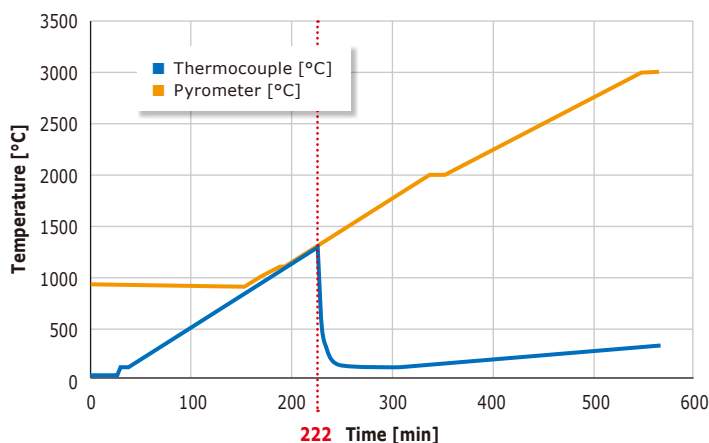


技术细节

LHT型号容积小所以加热器为单面加热，温度均匀性优于±10 K。如此优越的均匀性来源于加热元件位置的设计和精心的加工。LHTG是石墨炉，加热元件和保温隔热材料都是石墨。如果要加热到最高温度3000°C，石墨保温隔热层的厚度需要专门设计，功率也需要保证最高加热温度的快速实现。加热腔被水冷层所包围。炉子配有法兰，热电偶，接线和红外测温仪。水冷隔热层中间通冷却水来保证炉子外壁接触安全，连接线和电线也需要水冷保护。

LHTM和LHTW都是金属构造，标配9层金属防辐射隔热板，单温区炉壁加热，热稳定性极高。加热元件有两种造型可选，一般为条状，也可以定制为筛网状。为了增加温度均匀性，样品可以用气氛盒保护起来。选配不同的真空泵系统，可以达到最高真空度要求。

控制软件可选手动版或自动版。手动版所有阀和泵都需要手动在操作界面里用按键控制，气体流量必须由转子流量计控制。自动版可以在触控面板上控制，气体流量由质量流量计控制。两种版本都支持数据的保存以便后期处理。



上图所示LHTG的标准加热曲线：由室温开始加热，抽取式热电偶（蓝色曲线）显示了炉内温度。大概222分钟后，把热电偶移走，用红外测温仪测试真实温度。加热炉以每分钟5k速度加热直到3000°C。

内部视图



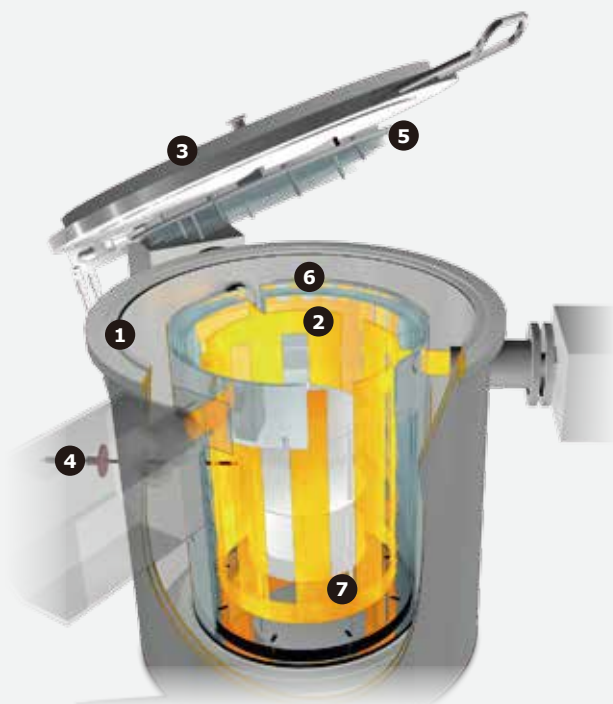
筛网状加热器

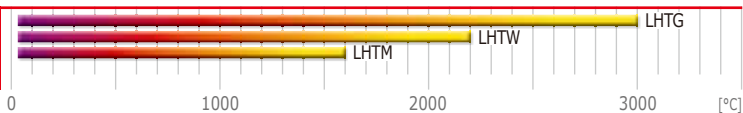


金属条状加热器

- ① 水冷层
- ② 加热元件
- ③ 顶盖，手动操作
- ④ 热电偶

- ⑤ 防辐射隔热顶板
- ⑥ 防辐射隔热板
- ⑦ 短路环





选配件

LHT所有型号都可以选择手动版或自动版。不同的真空泵组件，软件系统和附加反应性气体/惰性气体系统都可选择。最高支持到100bar的高压，水冷系统在现场没有充足水源供应的情况下也可提供。

真空泵系统：

LHT系列配有初级真空泵做低度真空度操作，可配合转子泵做高真空操作。更高真空度要求配备涡轮分子泵或油扩散泵。HTBL 200 GR/22-1G 推荐配油扩散泵，抽真空速度非常快。通常大容积的炉子都会推荐用油扩散泵。

LHTM：

- 涡轮分子泵 泵速 300l/

更高泵速型号可订购

初级真空泵是双级转子泵，其他泵也可以提供。

软件：

LHT的软件操作是全自动完成的，可以选用TP 1900或WinCC，两者都有友好的使用界面，都是图形化直观操作。WinCC操作系统在触屏上的图形操作界面有更多选项可选。两种操作系统都可以把信息保存为CSV格式文件以待后评。

- TP1900: 可存储20个程序，每组包括最多25个步骤
- WinCC: 可存储50个程序，每组包括最多30个步骤

在KP300控制面板上通过欧陆控制器手动操控炉子。阀门和泵可简单在面板上按键控制。iTools软件可以连接电脑存储数据。

- 欧陆3508P10: 可保存10组程序，每组程序包含最多500个步骤
- 欧陆3508P50: 可保存50组程序，每组程序包含最多500个步骤
- RS232/485接口
- itools 软件
- 过温保护装置（推荐连续操作或者无人值守反应）
- 远程控制

反应性气体装置：

如果混合气体中氢气的比例超过4%，必须配备安全燃烧装置。出气管路也需要加热以避免可能的沉积。可提供多种惰性气体连接炉子。为了保护加热元件或者提供气体更好的导向性，还可以订购气氛盒。

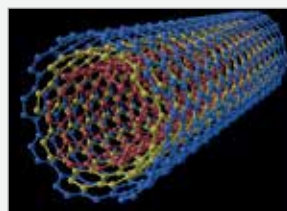
- 反应性气体设备
- 多种惰性气体气路
- 气氛盒

LHT型号配有反应性气体气路包括安全装置



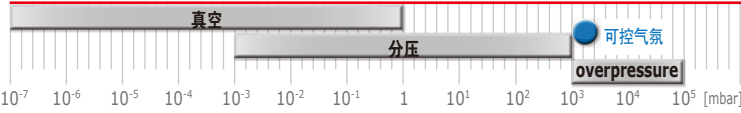
应用案例

碳纳米管 (CNT)



因为LHT系列有金属和石墨两种型号，所以应用非常灵活，碳纳米管的制备就是一个典型应用。

LHT石墨炉可以最高加热到3000°C，由于石墨对样品没有影响，所以LHTG非常适合这类有碳产物的应用。碳纳米管CNTs是现代材料中非常热门的应用，是碳原子组合成管状结构，内径小于0.9nm。由于其卓越的机械稳定性和导电特性，一直是研究所关注的重点。它因为高角度发射电流可以应用在场致发射阴极上，也可以用作复合物或纳米轴承中的填料，可以耐高温到2000°C。加热过程中可以消除结构缺陷，比如金属杂质和空位。热处理还可以把单层碳纳米管（SWNT）转化为双层碳纳米管（DWNT）或甚至为多层碳纳米管（MWNT）。DWNTs和MWNTs比SWNT都要更稳定，这种物理结构上的转化温度在2000°C到2800°C，需要氩气气氛。因此LHTG是做碳纳米管的最佳热处理炉。



技术参数



Model

	Graphite				Molybdenum		Tungsten	
	LHTG 100-200/22-1G	LHTG 100-200/30-1G	LHTG 200-300/22-1G	LHTG 200-300/30-1G	LHTM 100-200/16-1G	LHTM 200-300/16-1G	LHTW 100-200/22-1G	LHTW 200-300/22-1G

外部尺寸

高x宽x深 [mm]	1800 x 1900 x 1000				1800 x 1900 x 1000		1800 x 1900 x 1000	
------------	--------------------	--	--	--	--------------------	--	--------------------	--

运输重量

整机 [kg]	780	1000	900	1500	800	950	850	1000
---------	-----	------	-----	------	-----	-----	-----	------

可用空间

容积 [l]	1.5	1.5	10	10	1.5	10	1.5	10
∅ x H, 不含回嘴的可用空间 [mm]	100 x 200	100 x 200	200 x 300	200 x 300	100 x 200	200 x 300	100 x 200	200 x 300
∅ x H, 含回嘴的可用空间 [mm]	90 x 200	90 x 200	180 x 300	180 x 300	90 x 200	180 x 300	90 x 200	180 x 300

温度值

真空时的最高温度 [°C]	2200	2200	2200	2200	1600	1600	2200	2200
气氛时的最高温度 [°C]	2200	3000	2200	3000	1600	1600	2200	2200
ΔT, 从500-2200摄氏度 (根据DIN 17052)	±10	±10	±10	±10	±10	±10	±10	±10
最大升温速率 [K/min]	10	20	10	20	10	10	10	10
冷却时间 [h]	4	5	5	7	2.5	4	3	5

电气参数

功率 [KW]	22	40	45	85	22	45	45	90
电压 [V]	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)	400 (3P)
电流 [A]	3 x 55	3 x 100	3 x 65	3 x 120	3 x 55	3 x 65	3 x 112.5	3 x 130
保险丝 [A]	3 x 63	3 x 125	3 x 80	3 x 160	3 x 63	3 x 80	3 x 160	3 x 160

真空 (可选项)

泄漏率 (清洁, 冷态, 空炉膛) [mbar l/s]	< 5 x 10 ⁻³				< 5 x 10 ⁻³		< 5 x 10 ⁻³	
真空度, 取决于真空泵	粗真空、精细真空				粗真空、精细真空、高真空、超高真空		粗真空、精细真空、高真空、超高真空	

冷却水需求

流速 [l/min]	20	30	50	75	30	50	50	75
最高进水温度 [°C]	23	23	23	23	23	23	23	23

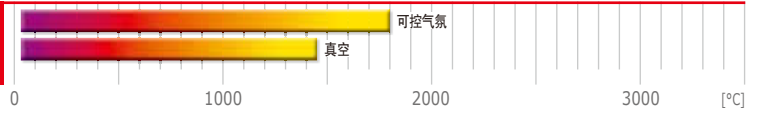
气体

氮气或氩气, 其他气体请联系厂家 [l/h]	50-500	50-500	50-500	50-500	50-500	50-500	50-500	50-500
------------------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

控制器

手动操作	Eurotherm with KP 300 panel				Eurotherm with KP 300 panel		Eurotherm with KP 300 panel	
自动操作	Siemens				Siemens		Siemens	

**BV-HTRV-1800摄氏度
布里奇曼晶体生长炉**



根据布里奇曼方法，用于晶体生长的管式炉

HTRV管式炉，装有垂直支架系统，晶体可根据布里奇曼方法生长。

布里奇曼方法是用预合成材料缓慢地下降，通过一个具有温度梯度的区间。被融化的材料通过一个较低的温度梯度区间，形成单晶。BV-HTRV管式炉装有用于布里奇曼方法的特殊设计的结构。标准型号，如HTRV 70-250或HTRV 100-250的工作管装在一个升降装置上。需要注意的是，所有的管式炉都可以装这个装置。最常见的有二种炉型，HTRV 70-250和HTRV 100-250。优势在于加热区短，根据布里奇曼方法，可获得较理想的温度梯度。温度向管式炉底部递减。拉伸机构向着低温区的位移速度可调。样品热电偶紧靠着样品，能精确了解样品的温度。样品和控温热电偶安装在升降装置底部。装载和卸载时，机构可快速反应。或者根据用户指定的晶体生长速度移动。样品热电偶和控温热电偶在陶瓷工作管附近。工作管两端是水冷法兰。工作管上面的法兰是固定的，底部的螺纹管，连接着工作管和升降装置。当样品向下移动时，螺纹管开始延伸。即使在真空下，样品也可以向下移动。

工作管顶部是连接着真空泵。真空阀门可手动开关。真空度由压电陶瓷真空计控制。惰性气体流量由转子流量计手动控制。为了在工艺开始前降低氧含量，需要进行反复多次的预抽真空和惰性气体冲刷。该系统可以连接计算机，可记录运行时的所有数据。如，样品位置；热电偶温度。装载和卸载样品时，夹具必须打开。机构可实现快速移动，样品方便拿取。

升降装置用于布里奇曼晶体生长，同时可结合不同的单区或多区控温管式炉。

优势：

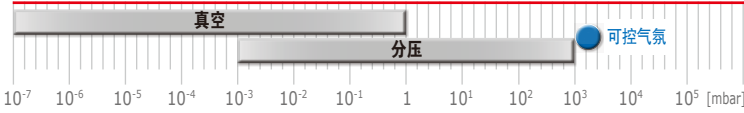
- 布里奇曼方法----晶体生长
- 真空环境最高工作温度：1450摄氏度
- 惰性气氛环境最高工作温度：1800摄氏度
- 拉伸机构精度高
- 手动操作
- 可选数据记录功能



BV-HTRV 70-250/18：布里奇曼晶体生长炉，加热长度250mm，最高温度1800摄氏度。图示系统装有初级真空泵。

典型应用

布里奇曼方法单晶生长



BV-HTRV-1800摄氏度 布里奇曼晶体生长炉

详细技术信息

HTRV管式炉的加热元件是二硅化钼，垂直安装。矩形炉壳内的保温材料为真空成型的纤维板。炉壳上还有用于同外部对流冷却的孔。考虑到样品的熔点，炉子的最高温度有1600，1700，1800摄氏度。升降装置的二个马达，可实现不同的齿轮比。如：可达到约10毫米/秒的移动速度；鉴于布里奇曼生长工艺，拉伸速度仅为10纳米/秒。水冷法兰的水管都套在护套内。控温热电偶型号为B型。可根据要求选配过温保护器。推荐安装过温保护器，因为晶体生长工艺时间长，多数处于无人看守的状态。

如果布里奇曼晶体生长所需的温度要高于1800摄氏度，卡布莱特盖罗可提供合适的解决方案。可见下一章节的晶体生长炉。

可选项

根据要求，提供各种软件和硬件方面的可选项。原则上所有的管式炉可被用于布里奇曼方法的晶体生长。

- 过温保护器型号为欧陆控制器
- 高真空泵单元
- 水冷机，如果现场没有冷却水
- 额外的气体接口及阀门和转子流量计
- 热电偶，位于样品边

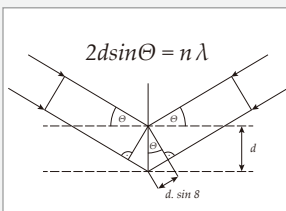
软件：

手动控制用的是欧陆控制器，配合KP 300面板。阀门和泵通过面板上的按钮操作。iTool软件可连接计算机，记录数据。

- 欧陆3508：存贮10个程序，每个程序500段。
- 欧陆3508：存贮50个程序，每个程序500段。
- RS 232/485接口
- iTool软件为可选项
- 过温保护器（推荐持续无人值守时选购）
- 选程控制

应用举例

布里奇曼晶体生长



布里奇曼方法是最常见，使用最广泛的晶体生长方法。用于实验室小型晶体生长，了解物理特性。或工业用途的大型单晶生产。这方法用于生产半导体晶体或光学镜片。一个重要的应用是由布里奇曼拉伸CdTe / CdHgTe单晶，生产红外线传感器。因此，布里奇曼晶体生长是个成熟的方法。

晶体由排列整齐的原子组成。有7类不同的晶系。原子的位置可用数学的方法描述。可用衍射法观察周期性的原子排列。衍射是把连续的电磁波照射在晶体上。布拉格方程描述了晶体的相互作用。

技术参数

型号	最高温度 [°C]	最大外径 [mm]	加热长度 [mm]	外尺寸: 高X宽X深 [mm]	重量 [kg]	控制模块尺寸: 高X宽X深 [mm]	控制模块重量 [kg]	功率 [kW]
BV-HTRV 70-250	1600, 1700, 1800	70	250	1800 x 950 x 750	300	850 x 560 x 600	60	5
BV-HTRV 100-250	1600, 1700, 1800	100	250	1800 x 950 x 750	300	850 x 560 x 600	60	6.5

根据要求：其他的管式炉可安装拉伸机构，用于布里奇曼晶体生长。这里展示了二种最常用的配置。



排胶和烧结炉，可达1450°C

PDS炉型的有效容积有25，120和250升。特殊定制的PDS炉，可以在同一个炉子里完成排胶和烧结工艺。

在排胶过程中，特殊设计的气路以及炉内胆，可保护加热元件免受污染。炉内胆是由钼制成。加热元件和防辐射层也是用同样的材料制成。炉子的腔室是由双层水冷结构。为了防止胶冷凝在管路中，整个废气管路一直到尾气燃烧火炬都是有加热装置。排胶过程通常是在微正压下进行。也可跟据用户要求在分压下进行。这就需要有一个特殊的真空泵，把胶从炉腔内排到尾气燃烧火炬。这是一个特殊的油泵。排胶完成后，烧结过程中的最高温度最高可达1450°C。在烧结过程中，可在真空，分压，或微正压环境进行。配了自动控制系统，炉子可通100%的纯氢气。通过可视化的触摸屏控制。这套系统有二种模式可选。手动模式可以修改各种参数，如开启阀门，设计质量流量计等。另一种模式是自动执行各种预设的步骤。自动模式运行前，系统要执行冲刷，检漏和过压测试。所有步骤成功执行后，系统才被启动。万一出现故障，系统自动执行安全程序。这个在反应气氛工作时，尤其重要。

气体的各种计量由控制设备控制。根据不同的真空度，可配不同的真空系统。三个加热区独立控制，以获得最佳的温度均匀性。PDS炉的一个亮点是排胶和烧结工艺可以同一台炉子中完成。这是得益于细粗的真空和气路设计。



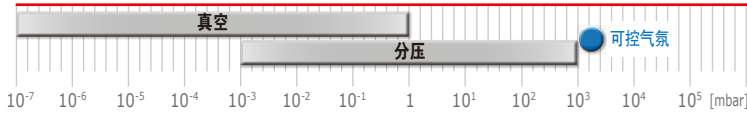
PDS 120 M O/14: 有分压控制，有效容积120升，最高温度1450°C。可用于排胶和烧结。

优势

- 排胶和烧结在同一台炉子中完成
- 排胶过程可在分压下进行
- 金属化的真空炉，精确控制气氛，纯度高（6N或更高）
- 可按要求配置氢气分压控制
- 真空建立过程平顺，不影响粉末样品
- 全自动操作
- 数据记录，用于质量管理

典型应用

排胶和烧结在同一台炉子中完成，回火，除气，退火，金属或非金属材料还原，回火，淬火，钎焊，快速成型，合成，升华，干燥，金属注塑成型（MIM），陶瓷注塑成型（CIM）



详细技术信息

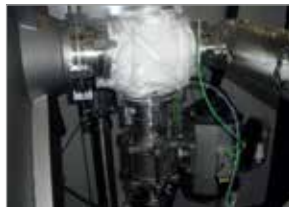
PDS炉为三区加热：炉门和炉膛内的二区。温度均匀性优于±5K，其得益于特殊设计的密封结构和气流。加热元件由钼金属制成。为了隔绝热量，防辐射片的材料同为钼金属。炉门由气动阀上锁，终端开关控制炉门的位置，开和闭。尾气燃烧火炬需要连接丙炳和压缩空气，用于燃烧排出的废胶。

按需要，炉子可加装快速冷却系统。炉内炽热的气氛被抽吸到水冷热交换器。炽热的气氛通过水冷热交换器被冷却后，再回到炉膛。气氛在这个封闭的管路中循环。这样就能降低炉子的冷却时间，同时气氛消耗可减少到最低程度，因为这个管路是密闭结构。

炉内部



热交换器，用于冷却炽热的气氛



尾气加热装置，防止排胶过程中胶的冷凝

应用举例

排胶和烧结



金属注塑成型（MIM）或陶瓷注塑成型（CIM）是用于量产有复杂外形小件的净形生产工艺。排胶有不同的方法。排胶的整个过程详细描述见第62-63页。MIM和CIM的胚称为“绿件”，其粉末用聚合物胶成型。通过PDS炉热力排胶，将聚

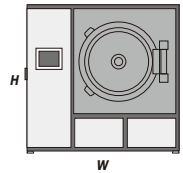
合物去除。排胶后可以直接进行烧结，这是PDS炉的独特之处。

技术参数

分压烧结炉



型号



PDS 120 MO/14

外尺寸包含燃烧火炬

高x宽x深 [mm]	2600 x 2300 x 3000
------------	--------------------

运输重量

整机 [kg]	4500
---------	------

可用空间

容积 [l]	120
高x宽x深 [mm]	400 x 400 x 750

热值

最高温度 [°C]	1450
温度均匀性 [K]	±5
冷却时间 [h]	8
最大升温速率 [K/min]	10

电气参数

功率 [KW]	230
电压 [V]	400 (3P)
电流 [A]	3 x 330
保险丝 [A]	3 x 400

真空

泄漏率 [mbar l/s]	< 5 x 10 ⁻²
真空度，取决于真空泵	粗真空、精细真空、高真空

冷却水需求

流速 [l/min]	120
------------	-----

气体

氮气或氩气，其他气体请联系厂家 [l/h]	500-2000
-----------------------	----------

控制器

控制器	Siemens
-----	---------

在本章节中，介绍了几款特殊炉型。能为金属注塑成型提供整套工艺的炉型。基于标准LHTG和HTK 石墨炉，包括用于热分解的可选项和3000°C 炉温开发的SERIE 3000系列炉型。一些用于晶体生长的解决方案，同时还介绍了用户定制的热处理系统以及简明介绍了其独特之处。

这里仅展示了卡博莱特盖罗很小一部分特殊工艺的定制炉。如您需要解决任何特殊的热处理工艺，请联系我们。

Working Output

SP

0.0%



Man Op -14.90



特殊炉型和可选项

页码

金属注塑成型炉 (MIM)

62

石墨化炉 *SERIE 3000*

64

晶体生长炉

68

定制炉

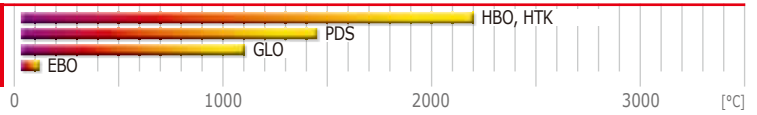
72

可选项

74



11:05:31
01/04/10



金属注塑成型件 (MIM) 的制造



金属注塑成型 (Metal Injection Molding) 是用于量产有复杂外形小件的净形生产工艺。用于MIM的主要材料是硬性金属，如：不锈钢和烧结后的氧化铝粉末。其来源于有良好的热塑成型技术，精细的金属，陶瓷粉末。

对于金属注塑成型技术，聚合物混合在金属粉末中，形成“喂料”。然后就可被注塑到成型模中了，形成“生料”。运用这项技术可获得高度重复性的复杂几何结构。“生料”中的聚合物通过化学方法（催化剂，溶剂，水）或热力去除后，就可以进行烧结——通过热处理增加密度。根据不同的金属粉末，烧结过程可以氧化气氛，惰性气氛或真空下进行。烧结过程中，根据不同的粉末，材料和最终所需的密度，工件收缩率在15%-22%之间。温度曲线和气氛能在排胶和烧结工艺中被精确控制，以避免样品变形，开裂和产生气泡。

卡博莱特盖罗为MIM工艺提供排胶和烧结一体的解决方案。GLO产品线仅可用于热力排胶。EBO可满足用户催化定制排胶方案。排胶产生的废气被催化燃烧掉。因此，可避免难闻的气味及经常性的清洁步骤。HTK, HBO, HTBL, 能在微正压，真空或分压环境下烧结。除此之外，卡博莱特盖罗已有特殊的解决方案，如PDS分压烧结炉。PDS炉可实现排胶和烧结一体化的工艺。即使是排胶也可实现分压模式。

同样的技术也可以用于陶瓷件。称作为陶瓷注塑成型 (CIM)。对于MIM和CIM，不是的材料有着不同的喂料。卡博莱特盖罗能为排胶和烧结这二种工艺提供解决方案。

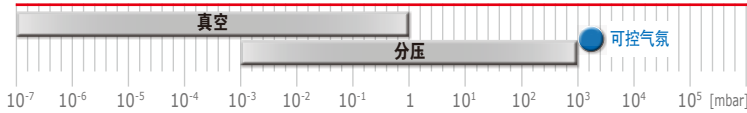
排胶炉：EBO, GLO

GLO热力排胶

GLO仅能作为热力排胶。其有效容积有40, 75或120升。最高温度1100°C。GLO为全气密炉。排胶工艺开始前，为了降低氧气含量，会执行预抽真空，惰性气体冲刷或直接惰性气体冲刷步骤。完成后通入指定的气氛，炉子在微正压下开始热处理工艺。蒸发的胶通过气流被排出炉外。经过废气管路，进入尾气燃烧器。用丙烷气体燃烧掉蒸发出来的胶。为了防止胶在废气管路中凝结，整个废气管路有加热装置。即使在高流量的气氛时，GLO炉也能保证最佳的温度均匀性。原因是气氛被通过炉门处时会被预热。此处是一个额外的加热区。GLO炉也可以设计成垂直方式 (V-GLO)。



GLO 40/11: 有效容积40升，最高温度1100°C，大气压下工作。用于热力排胶。



EBO催化排胶

EBO是专为催化排胶而设计的，符合各种安全规定，能自动操作控制、炉内通硝酸。与BASF公司的Catamold聚合物粘结剂产生的化学反应，消除绿件中的粘结剂。可自动监测排胶过程，一旦胶被去除，化学反应就停止了。加热容器中的水可加热至150°C，达到工艺要求的温度。硝酸罐必须更新，可提供1升容积。也可根据用户要求，提供更大的容积。



EBO 120/1.5:
排胶炉的体积可为120L，温度达150°C。工作温度120°C。硝酸被雾化后，与氮气混合通入炉膛，用于催化排胶。

排胶和烧结：PDS

PDS能够用于排胶和烧结。如果由BASF喂料制造的绿件能在EBO炉里催化排胶，但任有一定数量的残余粘结剂。PDS炉可以在烧结前蒸发剩余的粘结剂，除此之外，PDS可以处理那些没有提前排胶而含胶量达10%的部件。因此PDS有特殊的供气系统，用于去除炉内的气体。

防辐射板和加热元件为钼金属。样品放置于钼的炉内胆中，确保样品完全接触到气氛，并保护加热元件免受粘接剂的污染。排胶过程可在微正压或者分压情况下进行。在分压排胶模式下，蒸发的粘接剂通过特殊的泵排出炉膛，导入尾气燃烧器。之后的烧结过程最高温度可达1450°C，可在气氛、粗真空、细或高真空，或分压下进行工艺。PDS炉的可用有效容积为25，120，和200L。



PDS 120 Mo/14:
有分压功能的炉，有效容积120升，最高1450°C。PSD炉可用于排胶和烧结。

烧结炉：HTK、HBO

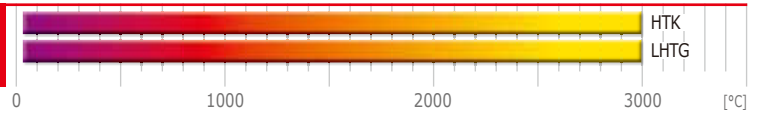
HTK或者HBO系列可以用于各种气氛环境的烧结。排胶后，样品转移到烧结炉。根据实际情况选择HTK或HBO炉，如装载。HBO系列是钨制或钼制的金属炉，适合于真空烧结、惰性气体或者高真空环境。钨制炉可以根据需要，最高温度可达2200°C。HTK的矩形炉膛有多种尺寸。



HBO 60 W/22:
罩式炉的体积为60L，最高可达2200°C。通过触摸屏自动操作。炉子带高真空泵。

HTK 25 W/22:
高温箱式炉的可用体积为25L，最高可达2200°C，通过触摸屏自动操作。





SERIE 3000 高温炉

SERIE 3000 CARBOLITE GERO



HTK 80 GR/30: SERIE 3000箱式炉，可用容积80L，最高温度3000°C。



LHTG 200-300/30: SERIE 3000实验室炉，直径200mm，加热长度300mm。

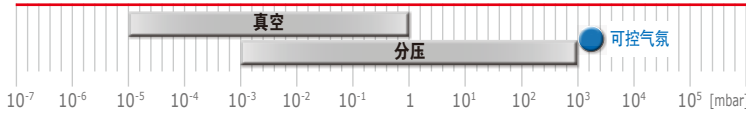
石墨化是了解碳材料中最基础最重要的方法。

由于碳材料有良好的力学性能，现在研究和发展的方向都指向石墨化机制。石墨化是从非晶碳转化晶体石墨的结构变化。石墨化材料是热解之前，为了制成无序(无定形)碳基材。主要结构性变化发生在2000°C或更高。热处理后，材料通常用衍射实验进行分析。

应热处理应用的要求，Carbolite Gero的SERIE 3000系列在惰性气体条件下可以达到3000°C。SERIE 3000系列是在实验室炉LHT和箱式炉HTK的基础上设计出来的，这两台都是石墨炉。SERIE 3000系列的HTK或者LTH均装备有尾气燃烧系统、废气预热系统、炉内胆、特殊的供气装置、滑动热电偶、增加功率使得温度达到3000°C。一台设备可以进行热解和石墨化处理。热解一般是在400-600°C之间进行，由滑

动热电偶控制。之后，温度可以升到用户要求的温度。滑动热电偶自动从热区退出，高温计开始控制温度。石墨化在3000°C的最大保温时间，典型的只持续几分钟。在此温度范围内开始石墨化的结构变化。温度和气氛的控制非常重要，都是由SERIE 3000精确控制和监测。手动操作的版本有用于连接电脑及i-tools软件的接口；自动操作版本是在加热过程中记录所有相关数据。

丙烷气体和压缩空气驱动二次燃烧器对热解产生气体进行热解，比装配有冷却回收槽系统的洁净时间要短。废气管路可加热，以防止挥发物凝结在管路中。特殊设计的加热元件和保温材料、强劲电源部分确保最高温可达3000 °C。



优点

- 最高温达3000°C
- 尾气燃烧和废气管路加热
- 真空建立过程平稳，适用于粉末样品
- 用于质量管理的数据记录
- 气氛盒
- 滑动热电偶
- 高温计

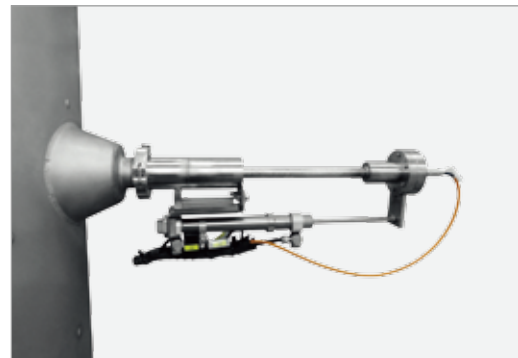
典型应用

热解、硅化、碳化、退火、回火、淬火、焊接、钎焊、除气、快速成型、烧结、排胶、合成、升华、干燥、MIM, CIM

技术细节

SERIE3000的LHT和HTK配置有石墨加热元件同石墨绝缘毡。在最高温度3000°C时，绝缘厚度和石墨绝缘层数量经特殊设计，以适用于极端温度。整机的电源部分能承受快速升温至3000°C。炉子由高温计进行温度监测和控制。温度低于1000°C，由滑动热电偶控温，气动驱动，温度可以控制至室温。温度更高的时候，由高温计控制温度。真空炉膛外层为冷却水。炉子装配有所有必须的法兰盘、热电偶和电子连接件。炉膛是双层结构，用于通冷却水。电子连接端和电缆也可水冷。尾气燃烧器连接在外部的压缩空气和丙烷，燃烧所有的废气和微粒。为了保护加热元件，在炉膛装有内胆，利用特殊的情性气体气管路净化炉膛。建立微正压后，使情性气体进入内胆，同时迫使废气从出口排出，不至于留在内胆中。这样会增加加热元件的寿命，减少清洁的成本。

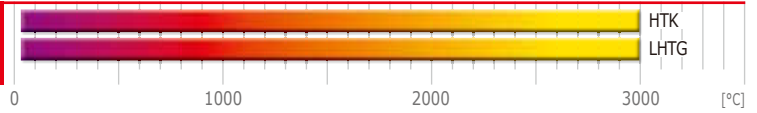
软件操作可以手动，也可以自动。手动操作版本中，所有的阀门，泵都可通过操作面板设置，气流由转子流量计调节。自动操作版本中的操作界面为触摸屏，气流由质量流量计自动控制。不管手动还是自动，操作数据都是可以记录追溯的。



滑动热电偶移到炉内热区域，控制和监控温度到1000°C。之后就移出热区，由高温计控制温度。



高温计测量最高温到3000°C。高温计聚集于热区里的一个点，热辐射通过石英玻璃传导再由高温计的传感器测量到。高温计是由滑动热电偶控制的。气体管确保气流沿着石英窗通过。



选配件

SERIE 3000系列有多种配件。HTK和LHT机型可以配备自动或手动的软件控制。

真空系统:

SERIE 3000系列炉常配有预抽真空泵，用于在热处理过程前降低炉内的氧气含量。2200 - 3000 °C的热处理只有在氩气环境进行。由于石墨的高蒸汽压，在这个温度范围内热处理工艺不能在真空环境下进行。

- 预抽真空泵为单级或二级旋叶泵
- 也可另外要求其他的泵

软件:

软件操作可以自动也可手动。自动模式系统用TP 1900软件或者Win CC。两者均为触控屏。炉子的可视化操作界面直观简易。Win CC及其他操作通过触摸屏来实现。软件系统支持数据记录及分析。

- TP 1900: 可储存20组不同的程序。每个程序25段。
- Win CC: 可储存50组不同的程序。每个程序30段。

手动操作可以选择2个不同的控制器。

手动操作的炉子是由欧陆控制器和KP 300面板。面板上简单地按钮就可操作阀门和泵。iTools软件连接PC，可以用于记录数据。

- 欧陆3508: 可储存10组程序，每个程序500段。
- 欧陆3508: 可储存50组程序，每个程序500段。
- RS 232/485
- 可用iTools
- 过温保护（适合连续使用或无人操作时）
- 远程控制

水冷:

用于现场不能提供冷却水源的用户。因为水冷的功率远远超过炉子提供的功率。

- 水冷系统: 冷水机

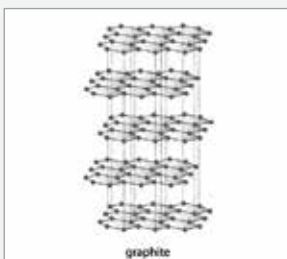


SERIE 3000系列包含以下型号:

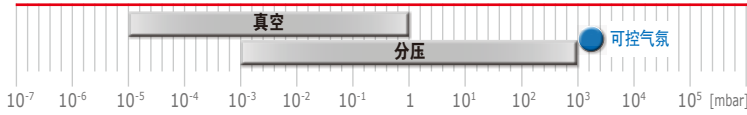
- HTK 8 GR
- HTK 25 GR
- HTK 80 GR
- LHTG 100-200
- LHTG 200-300

应用举例

热处理及石墨分析



科研中常要对石墨化的过程进行监控和研究，即热处理之后，使用透射式电子显微镜（TEM）分析样品。因此需要准备一片很薄的样品放入显微镜，观察其内部晶格变化。向石墨结构转变越完全越好，加热温度越高更好。对于这类热处理，推荐使用SERIE 3000系列炉。



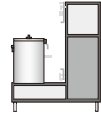
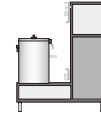
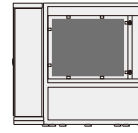
高达3000°C的实验室箱式炉

技术参数



型号

石墨炉



HTK 80 GR/30-1G

LHTG 100-200/30-1G

LHTG 200-300/30-1G

外部尺寸

高x宽x深 [mm]

2500 x 2400 x 2500

1800 x 1600 x 1000

1800 x 1600 x 1000

毛重

整机 [kg]

4000

1000

1500

可用容积

体积 [l]

80

1.5

9.4

H x W x D, 不含气氛盒的可用空间 [mm]

400 x 400 x 500

-

-

Ø x H, 不含气氛盒的可用空间 [mm]

-

100 x 200

200 x 300

H x W x D, 含气氛盒的可用空间 [mm]

380 x 380 x 480

-

-

Ø x H, 含气氛盒的可用空间 [mm]

90 x 200

180 x 300

发热量

T_{max} 真空 [°C]

2200

2200

2200

T_{max} 气压 [°C]

3000

3000

3000

ΔT, 从500-2200摄氏度
(根据DIN 17052)

± 10

± 10

± 10

最大升温速率2000°C [K/min]

10

20

20

冷却时间 [h]

8

5

7

参数

功率 [KW]

250

40

85

电压 [V]

400 (3P)

400 (3P)

400 (3P)

电流 [A]

3 x 362

3 x 310

3 x 85

串联熔断器 [A]

3 x 400

3 x 125

3 x 100

真空 (可选)

泄漏率 (在洁净、冷却、空载时) [mbar l/s]

< 5 x 10⁻³

真空范围依据泵型号而定

rough or fine vacuum

所需冷却水

流量 [l/min]

200

30

75

最高进水温度 [°C]

23

23

23

供气

氮气或氩气, 其余根据需要而定 [l/h]

200-2000

50-500

50-500

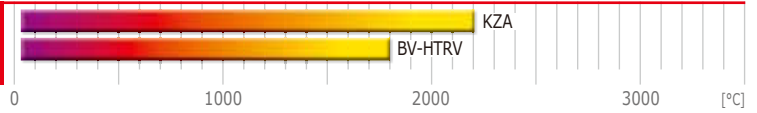
控制器

手动操作

KP300面板欧陆控制器

自动操作

西门子



布里奇曼型晶体生长

布里奇曼法是制备晶体常用的方法，不仅可用于实验室的小型晶体制备用于物理特性的研究，还可以用于工业上大的单个晶体制造。这种方法可用于半导体晶体的生产或者如镜头等光学设备。另外一个重要应用案例是，由布里奇曼拉伸出CdTe / CdHgTe单一晶体用于红外传感器的制造。因此，布里奇曼晶体生长法是很著名的方法。

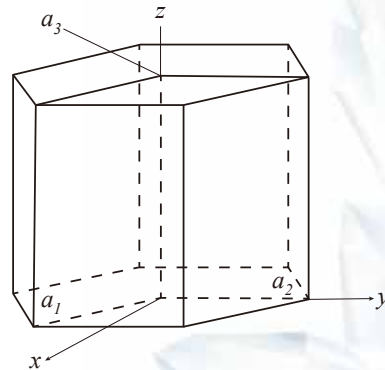
布里奇曼法的物理背景是熔融样品材料，然后长成晶体。这个过程一定需要坩埚的。预先合成的原材料需要提前放进坩埚，常用的是石英安瓿瓶，装好样品后会被排空和融化。安瓿瓶设计有一个小尖带杆型，或者钩子用于悬挂和移动。

布里奇曼法的细节

瓶子放入精确控制温度梯度的炉子，然后加热到一定温度，样品在安瓿瓶内融化。短时间的放置后，安瓿瓶以很慢的速度(0.1 - 10 mm/ h)通过温度梯度区域到低温区。在这个过程中，安瓿瓶的尖端开始生成种子。在移动的过程中，种子变得越来越大，并主导后续的生长。晶体生长的时间可以持续数天。晶体的成功生长取决于无振动的环境。微小的机械振动或者是实验室的微小振动都会影响晶体生长。只有整个过程结束后才能看到结果。整个融化物都会形成结晶。在最后一步回火工艺时，温度必须保持在晶体熔点以下。然后安瓿瓶慢慢被冷却，直到可以移动。晶体定向生长完成后，一般都会切成片状用于后续使用或分析。

布里奇曼安瓿瓶在炉子里可以悬挂或者立着。图片所示的是安瓿瓶挂在炉内，并由拉伸机构向上提拉。

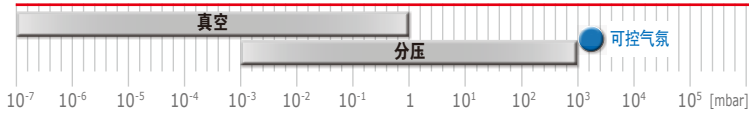
Carbolite Gero在晶体生长设备领域有超过三十年的经验。本章节介绍的只是其中一部分布里奇曼晶体生长炉。布里奇曼法是最普遍应用的方法，Carbolite Gero还成功研制了斯托克巴格（Stockbarger）晶体生长设备。该法没有移动部件，融化的样品冷却速度很慢且很精确。



例如：晶体的六边形排列



如上图所示布里奇曼安瓿瓶有一个尖嘴和细杆。图中间的安瓿瓶是融化然后一端闭合。当通过温度梯度时，生成的尖嘴类似于晶体生长的种子。最下图是带有钩子的安瓿瓶。



布里奇曼法晶体生长管式炉

单区垂直的高温晶体生长炉体安装在下方，同时还有真空密封法兰和用于拉伸机构的水冷轴。拉伸过程由电位器控制。

Carbolite Gero的每个管式炉都可以加上底座支架。多区控温管式炉更有优势，能更好地控制温度参数。

倒转的设计：

炉子安装在上方，拉伸机械在直立安瓿瓶下方。

带垂直单区控温管式炉的布里奇曼晶体生长设备（BV-HTRH）炉体安装在上方，同时还有真空密封法兰和用于拉伸机构的水冷轴。控制器精确控制拉伸速度，也可以快速拉伸。所有的拉伸过程都由电位器控制。

BV-HTRV 70-250/18在56-57页有具体描述。原则上，所有的管式炉都可以配上拉伸机构，用于晶体生长。



BV-HTRV 70-250/18：加热长度250mm，最高温达到1800°C的布里奇曼晶体生长炉，系统配备预抽真空泵。

BV-HTRV 40-500/18：布里奇曼晶体生长炉，加热长度500mm。最高温可达1800°C。拉伸装置位于炉子上方。

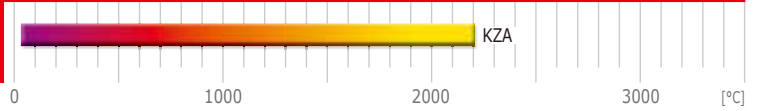
布里奇曼晶体生长冷壁炉

利用先进的真空炉技术，最高温度能达2200°C。其保温材料和加热元件由石墨或钨制成。

布里奇曼炉就是专用于高真空环境的晶体生长。因此，需要用到涡轮分子泵。使得真空环境可到10⁻⁶mbar。总共三区加热。炉子除了可以水平加热，还可垂直或者0-90度的角度操作。InGa bath可以达到更高的温度梯度。

KZA-V 40-400/16-1G：布里奇曼晶体生长炉温度可达1600°C，加热长度为400mm。三区控温，石墨加热元件，可在真空环境或者惰性气氛下全自动运行，并有数据记录。



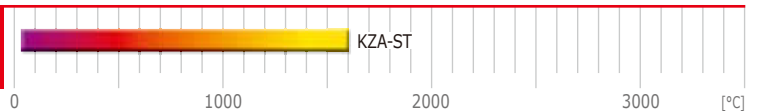


特殊的布里奇曼生长设备，温度高达2200°C：样品从热区被缓慢拉出，并进入到InGa Bath中。InGa是一种蒸汽压较低的液态金属。采用这种系统，能在最高的温度下获得温度梯度。



KZA-V 25-500/20：布里奇曼晶体生长炉，加热长度500mm，温度2000°C。四区石墨加热元件，可抽真空或通惰性气体，完全自动化，并可以记录数据。

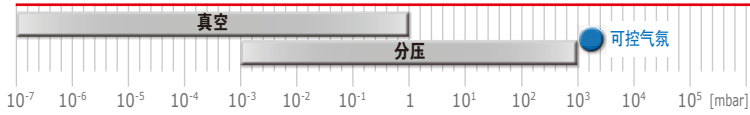
斯托克巴格晶体生长的解决方案



斯托克巴格法晶体生长系统。由石墨制成的五区控温炉子可以精确降温，使晶体生长。



KZA-ST 400-400/16：斯托克巴格晶体生长炉，可用空间直径为400 mm，加热长度400 mm，最高温度1600°C。



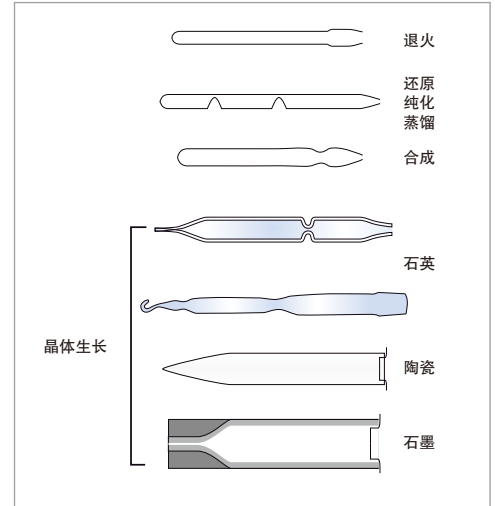
晶体生长设备

Carbolite Gero是专业制造晶体生长炉和设备的厂商。两家公司的创始人，Roland Geiger 和Dr. Gerd Lamprecht，都来自位于斯图加特的Max-Planck Institut für Festkörperforschung晶体生长实验室。Carbolite Gero可以提供广泛的晶体生长设备。

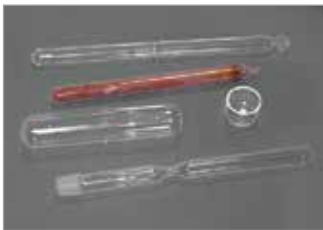
所有的工作管和坩埚都可提供多种不同尺寸。

附件：

- 燃烧器
- 温度测量设备
- 玻璃组件
- 钢丝锯
- 存储箱



管的类型



用于纯化和合成的石英管



在真空和保护性气体下操作的保护管



布里奇曼和由气相生长的石英管



布里奇曼生长陶瓷坩埚



布里奇曼生长石墨坩埚



用于合成和纯化的陶瓷坩埚和瓷舟



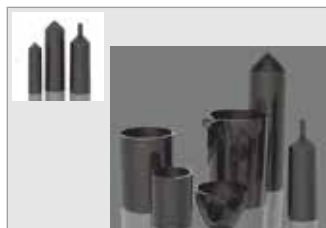
用于真空连接的金属陶瓷片



真空操作的玻璃组件



用于安全存储和运输的隔膜容器



布里奇曼生长和其他的玻璃碳坩埚



用于精确样品制备的金刚石绳锯



熔化、石墨化和加热的燃烧器

CERN（欧洲核子研究组织）的大型超导体生产炉

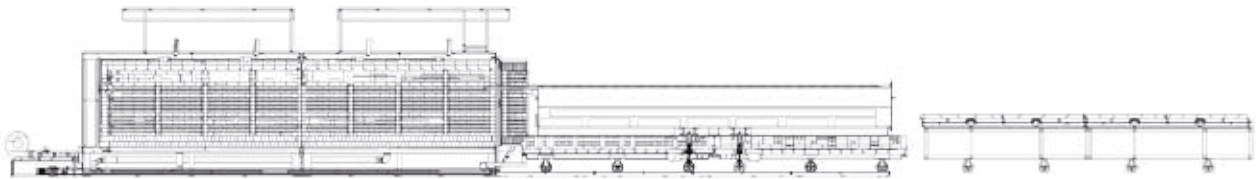


近日，Carbolite Gero与位于瑞士日内瓦的欧洲核子研究组织CERN共同开发了一个有特殊高要求的项目。CERN目前正在运行全世界最大的粒子加速器，即大型强子对撞机（LHC）。近日，CERN的科学家确认了希格斯玻色子（上帝粒子）的存在，它能解释物质的起源。在这项重大发现之前，这种粒子只是物理学家的一种理论。CERN目前正在研究加速器复合体可行的升级方案。在这个所谓的高亮度LHC（HL-LHC）项目中，CERN想在2020-2025年以后升级LHC的对撞机，目的是为了保持科学进度并开发它全部的潜能。HiLumi LHC研究的其中一方面是关于新的高和中场超导高场偶极（6米长）和高场四级（8米长）的磁铁。这种磁铁可以产生高达12特斯拉的磁场。一种全面的技术雏形正在发展与建设当中。

$$\max [|T(\vec{r}_i, t) - T(\vec{r}_j, t)|] \leq 6 \text{ K}$$

这些磁铁是基于Nb₃Sn超导体，它需要分别在200°C，400°C和650°C下保温，进行热处理反应。在保温时间内，炉内的温度均一性必须保持在±3°C以内。

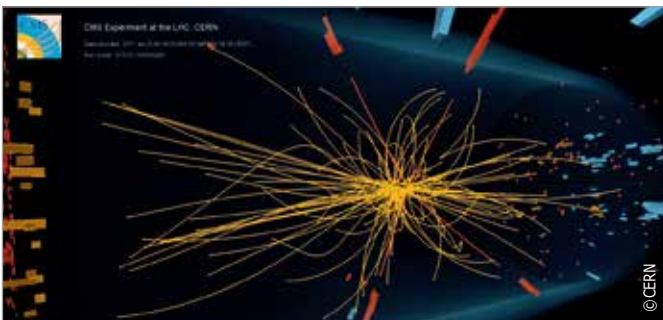
为了保证良好的温度均匀性，需要优化反应炉的性能设计。这种炉子在多个加热区都要有高精度的温度控制。另外，惰性气体通风设备也使得该炉子符合温度均匀性的要求和程序升温时间。在Carbolite Gero和CERN进行的验收测试中，得到的温度均匀性比要求的±3°C更好。Carbolite Gero还定制了装载，卸载系统，使其能够传送超导线圈，并且该系统使用时不会对线圈造成振动或冲击。这套系统可以全自动操作，目前正用于生产基于Nb₃Sn的标准磁体线圈。



用于生产超导线圈的7米长的气密炉内胆。



具有特殊的装载和卸载系统的生产炉



大型强子对撞机（LHC）中的撞击



管子内部，粒子速度接近光速

在一个炉子中进行空气/惰性气体/真空/分压下操作

Carbolite Gero专为研发工作制造了一种多用途的炉子，其基底是一个水冷容器，可用空间直径是400mm，高度400mm，因此总的可用容积是50L。在水冷容器内部，可以根据不同的应用使用两种加热内胆。第一种加热内胆的加热元件是MoSi₂，保温材料为陶瓷纤维绝缘层，最高工艺温度可达1600°C，也可以在100%纯氧环境下进行热处理工艺。使用这种加热内胆时，总共可以通入三种不同的气体，但只适用于氧气气氛下，因为在真空或惰性气体气氛下加热元件不能生成氧化保护层，

所以炉子不可以在真空或惰性气氛下使用。但这一缺陷已被第二种石墨加热内胆弥补。更换加热内胆后也可在无氧条件下进行热处理。炉子可以在真空、微正压下使用，甚至是在10到1000mbar的分压下使用。分压下操作时，双级旋叶泵配备有气动阀，气压和气流都可以调整。该系统可以自动运行，并且已经有用户正在使用。在垂直方向上移动的专用热电偶沿炉子的轴线测量温度分布，证实了其温度均匀性为±0.6°C。



陶瓷加热内胆



石墨加热内胆



炉子整体

大型F型管式炉

5.5米长，加热温度为1000°C的管式炉

Carbolite Gero制造了一款加热长度为5.5米的管式炉。为了使炉内的温度均匀性能达所要求的±10K，所以采用了三区独立控温，并配有主从控制器。该管式炉加热丝为铁铬铝，并嵌入在陶瓷纤维绝缘层中。炉子外部采用对流冷却。工作管的可用直径为120 mm。为了防止样品弯曲，管内插入了一个薄板，长度可以覆盖住整个工作管以支撑样品。加热元件嵌入在上下二部分炉体中，所以它是一个分离式管式炉。需要取出工作管时，炉子可以自动翻开。



翻开式管式炉，加热长度5.5米，温度1000°C

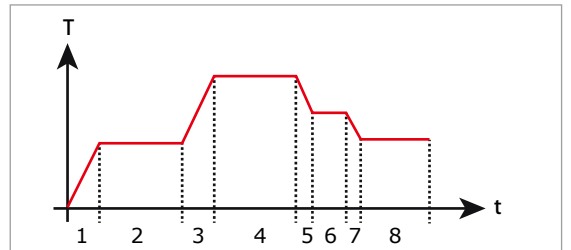
Carbolite Gero提供广泛的软件和各种控制器。根据需求和热处理工艺，可选择不同的控制器。我们有多种解决方案：从最基本的控制器（只能设一个保温温度）到能记录所有数据并可以远程控制的大尺寸触屏控制器。



欧陆控制器3216

欧陆（3216）控制器能设置热处理过程所需的升温时间和保温时间。

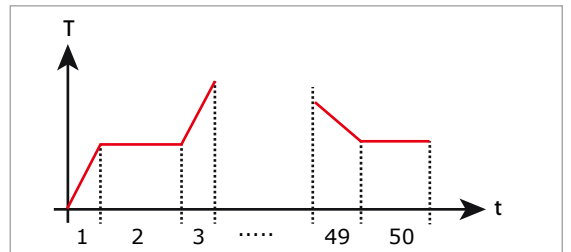
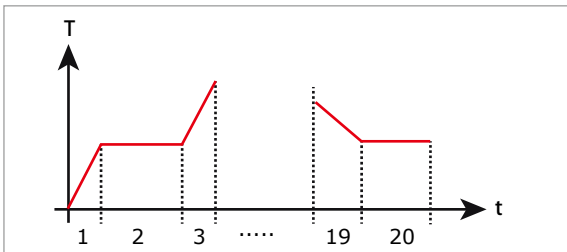
另一种配置的欧陆控制器（3216）可设置一个8段的热处理程序，包含升温、降温和保温时间。



欧陆控制器3508

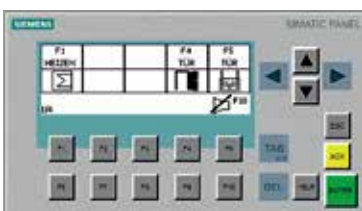
欧陆3508控制器可设置一个20段的热处理程序，包含升温、降温、保温时间甚至是温度跃变。

另一种配置的欧陆控制器（3508）可设置10个热处理程序，每个程序有50段，因此总共可设置500段。包含升温、降温、保温时间甚至是温度跃变。



超温控制器2132i

超温控制可设置报警温度，用来保护炉子、烘箱或者是样品。如果主控制器是3216或3508系列的，则将由一个独立的2132控制器提供超温保护。强烈建议在无人值守操作或者处理贵重样品时使用超温保护。



KP 300 basic

手动操作的炉子配有KP300 basic面板。通过触摸屏按钮来启动程序、阀门打开或关闭、或者真空泵开启。也可进行远程控制，该面板只能与欧陆3508控制器结合使用。



Mini 8控制器

欧陆Mini 8控制器可存储12个热处理程序，每个程序最多包含16段。每个程序包含升温、降温、保温时间甚至是温度跃变。泵、质量流量计或阀门都可以控制。也可选择远程控制。Mini 8控制器有4.3”和7.5”两种尺寸的彩色触摸屏。



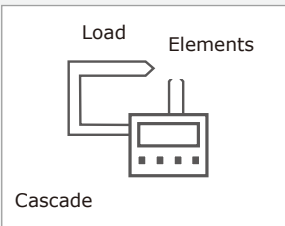
TP 1900 (19")

TP 1900 (19")可存储20个不同的热处理程序，每个程序最多包含25段。可在触摸屏上控制炉子的全自动运行。所有的质量流量计、真空计等仪表的数据都将被记录下来。可将CSV文件轻松导出用于后续评估分析。可选配远程维护模块。



Win CC控制器

Win CC控制器可存储50个热处理程序，每个程序最多包含30段。可通过触摸屏控制炉子的全自动运行。所有的质量流量计、真空计等仪表的数据都将被记录下来。可将CSV文件轻松导出用于后续评估。可选配远程维护模块。可在Win CC电脑上安装TeamViewer 软件，用于远程控制。因为Win CC安装在一台工控机上，所以该系统比TP 1900更灵活。

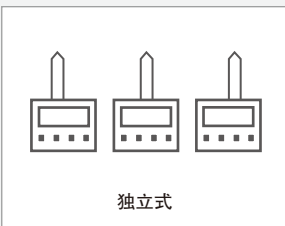


串级控制器

该系统的优点是能精确控制样品的温度。一个标准控制器依照感知加热元件附近的温度来进行温度控制。通过串联控制，控制器的运行还包括一个用于测量样品温度的二级控制热电偶。最重要的是控制器是双环路的3508, TP 1900, Mini 8或Win CC。

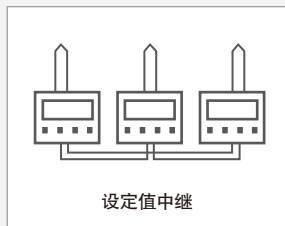
三区控制

这对于三段式管式炉延长其均温区长度有作用



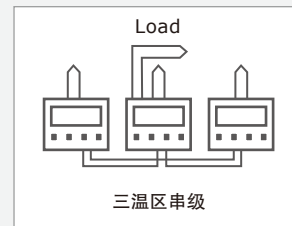
独立式控制

这种结构含有三个独立控制器，每一个控制器在其相应区域都有一个独立的热电偶，这种设计并不能产生温度梯度。



设定值中继

这种结构主要用于3段式管式炉。主控制器位于中间，控制两个附属控制器。



三温区串级

在单段式管式炉中，串联控制可完成快速加热和样品温度精确控制。需要3508, TP 1900, Win CC或Mini 8控制器。

可选项会影响炉子的温度或温度均匀性，以及惰性气氛和反应气氛或汽化的粘合剂。这些可选项能同炉子一起发货，也可在根据需要后期升级。



气氛盒

气氛盒由石墨、铜或钨制成，把样品与炉膛隔离开。例如，热处理工艺中把样品与炉膛隔离开，不仅能保护炉膛免受样品的污染，又能避免炉子材料影响到样品。对于热解工艺，需要通入规定的气氛，过程中会形成冷凝，有了真空炉内胆可避免冷凝物凝结在炉膛里。

我们能提供各种规格的真空炉内胆。



快速冷却

快速冷却系统目的是为了提高炉子在工厂中的使用效率。由于冷却过程通常耗时较长，尤其是在低温范围内。快速冷却系统可将炽热的气体从真空炉内胆中抽出，并在热交换器中冷却，再将冷却后的气体通回炉子内。根据装载的样品，该系统可将冷却时间减半。



粉尘收集器用于易产生粉尘的热处理工艺

对于易产生粉尘和颗粒的热处理过程，粉尘收集器可以收集大部分的粉尘。它的功能与旋风收集器类似，特定尺寸的颗粒被分离到底部。再加上滤网可避免粉尘残留物污染管道。



额外气氛如CO, H₂, He的供气系统

所有标准过程的气体都可用于热处理。对于可燃性气体，需要增加相应的安全装置以保护设备的运行，并确保它是符合现有的规定。供气系统可采用气流流量计加上手动调节阀门调节气流量，也可采用质量流量计。对于毒性和可燃性气体，会有相应的安全保护措施，排出的废气经后燃烧装置催化反应后排到室外。供气系统的设计是根据相应的工艺而决定的。例如，气体可以直接通入真空炉内胆，或者是内胆外。还可以在真空炉内胆中通入定量的工艺气体，在内胆外通保护气体。



可燃气体安全装置

易燃或有毒气体的安全装置一般由气体欠压控制保险装置组成，用于控制工艺气氛的预压和气流。在气体缺乏的情况下，会自动中断工艺，并用惰性气体冲洗过程。为了使冲洗过程安全有效，防止当工艺气体欠压报警时热态的炉子冲洗不充分，保护气体必须预先储存在储气罐中。储气罐的容量为整个冲洗所需的容量，也是安全系统的一部分。由于不是卤化气体，未反应完的有毒或可燃气体在尾气燃烧器上被燃烧分析。



炉门上的辅助加热元件，改进温度均匀性

标准箱式炉是从四个面进行加热的。加热元件位于炉底，炉顶和二侧。这样就确保了良好的温度均匀性。对于一些特殊应用要求炉门和炉后壁有额外的加热元件。相应的加热元件位于炉膛内侧。电缆，温度传感器（高温计或热电偶）和法兰必须从安装在外侧。辅助加热元件受低压变压器和可控硅控制。



真空泵决定了炉内的气氛环境

真空炉不能在空气环境下运行，必须配有真空设备。对于要求低的应用，残余空气可以通过用惰性气体冲洗以到达要求。然而，在高温真空炉中，保温材料会被破坏，多孔的保温材料很难用冲洗的方法达到无氧的环境。残余的氧气在高温时会与保温材料发生反应，造成保温材料损坏。所以高温真空炉应配有至少一个真空泵，用于抽出炉膛内的空气。单次预抽真空并用惰性气氛冲洗，使得残余氧含量约为200-500ppm，通过重复多次可显著的降低氧含量。



真空泵，用于真空操作，空度为 5×10^{-2} mbar

真空工艺通常要求更低的最终真空度，这常常要求高等级的泵。比如前级泵结合罗茨泵，最终的真空度相比前级泵可降低10%。这就达到了更高的真空度。这取决于炉子的尺寸和用户要求。



真空泵，用于真空操作，空度为 10^{-5} mbar

对于高真空，需要用到油扩散泵或涡轮分子泵。根据不同的应用，需要配比不同规格的泵。用在石墨炉上的油扩散泵真空度可达 10^{-5} mbar。对于非纤维保温材料真空炉，真空度可达 10^{-6} mbar，或更高。



用于排胶工艺的尾气燃烧装置

热力排胶或热解释放出气态的碳氢化合物，迟早会凝结在废气管路中。为了避免这种现象，通往冷凝器及尾气燃烧器的管路有加热装置。排胶有二种方法：简单些的方法是在微正压下进上，含有粘接剂的废气通过炉膛内的废气出口排出。对于特殊应用，如在特定过程的压力下进行排胶，这可以通过一个特殊的真空泵实现。真空泵用于排出炉膛内的废气，同时压力调节器使得炉子保持恒定的压力值。这使得排胶，例如在800 mbar，维持稳定的气流。气化的粘接剂可以冷凝收集，或完全燃烧分析。尾气燃烧装置必须与排胶量和真空泵匹配，需在设备出厂前配置好。



可滑动的热电偶

高温通常使用高温计。这些高温计有一个预设的测量范围。我们用的高温计测量范围是350-2500°C。当室温下开始启动运行炉子，起初的温度不在高温计的测量范围内，这时无法控制炉子的温度。对于敏感性的样品，这是无法被接受的。这就需要在高温炉里安装一个可滑动的热电偶，炉子装载完成后，炉子开始升温，热电偶开始工作记录当前的温度。当温度达到转换温度时，高温计开始工作。因为不能承受更高的温度，热电偶退出热区。当炉子冷却时，热电偶自动返回炉膛，用于自动冷却控制。



参考红外高温计

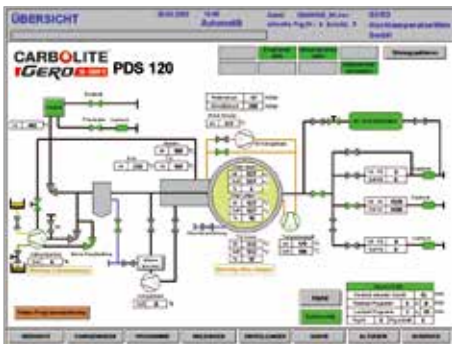
红外高温计是可视光测量设备。在真空炉红外高温计必须通过真空气密测试窗口测量。使用过程中气密窗口会变脏，因此会影响测量数据。为了校准高温计，可提第二个参考高温计，二者作为整体。这个高温计的测量窗口被一个阀门保护着，阀门每30分钟打开30秒，记录的结果可保存在数据记录系统中。如果参考红外高温计的测量结果突然跳跃，用于控温的高温计的测试窗口可能脏了，在下次运行前必须进行清洁。

压力调节范围10-1000 mbar

在气体分压情况模式时，炉子配置的质量流量计可使气体保持稳定的流量。程序中预先设定了炉内压力，如80mbar，多余的气体会从调节阀门排出，直到达到设定的压力。为了保持炉内的压力恒定，质量流量计会控制阀门缓慢开合，让特定量的气体通入炉膛。其他导致压力变化的因素还有炉子升温 and 降温过程，可以用同样的方法保持炉内压力恒定。炉内也可以设定成微正压。

更高温度的配置

石墨炉通常最高温度可达2200°C，也可达到更高的温度，这就需要更高的配置。当温度增加2200到2500°C时，炉子性能提高了25%。此时要保证冷却水也要做相应的调整，这点非常重要。



安装在工控机上的Win CC可视化工艺界面

设备可通过PLC实现手动或自动控制，通过触摸屏来操作。Win CC可安装在工控机上，实现可视化操作，相比触摸屏在过程记录方面更有优势，操作更容易。所有工艺参数，如：功率、电压及特定时间内的参数都可以被记录下来，使工艺分析更加精确。批次数据，特殊功能，时间及所有重要的参数都可以和工艺过程一起被记录。系统可以从任何的日期和时间点开始运行。



补偿功率系数为1.0

如果用户现场内没有功率因素补偿，可以把补偿加在设备上。设备功率因素补偿接近于1.0，防止无功功率流入供电网。



用于直接冷却的冷水机，冷却功率160KW

如果用户现场没有足够的冷却水，我们也可以为用户提供作为标准配置的冷水机。此类特殊设备可以安装在室外，并且可提供顶棚。也可根据实际情况，单独配置更大功率的冷水机。

用于真空或工艺气氛环境下的附件

用于标准管式炉 (F, HTRH, HTRV) 在真空或工艺气氛下应用的全系列附件。如, 致密的、高纯氧化铝、氧化铝/二氧化硅材料用于工作管、水冷不锈钢法兰和供气系统允许在指定的气氛下进行热处理工艺。在这样的处理工艺, 通过流量计可以手动控制气体流量, 这种方式比较经济; 或通过质量流量计自动控制。完整的真空泵系统有, 旋叶泵、涡轮泵。数据记录系统和全系产品的可视化软件。

模块化系统组件 (炉体、工作管、法兰、支架、供气系统) 可整体智能化集成在一起, 适用于实验室条件下的高温实验。

正如所有 Carbolite Gero 产品, 所用材料的质量是至关重要的。除了标准炉外, 我们可根据用户要求, 能为复杂的热处理工艺提供个性化的定制方案。



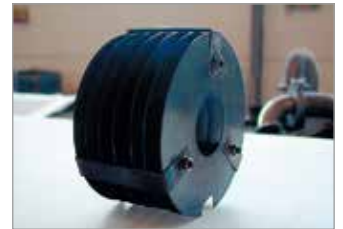
不锈钢水冷法兰



陶瓷工作管



在最高温度达1800°C情况下使用的各种大小及材质的纤维端塞



防辐射保护端塞

管式炉配件

最高1800°C的管式炉, 有各种不同的配件。可以在各种条件下进行工作, 如真空, 惰性或反应气氛环境。管式炉可配不同管径的工作管, 应用广泛。



所有类型的管式炉都可以提供相应的保护气氛供气系统或真空 / 保护气氛供气系统。致密高纯氧化铝、氧化铝/二氧化硅材质的工作管, 配合使用不锈钢水冷法兰能够组成气密的环境, 用于气氛操作。



如有需要, 我们的炉子也可以通过坚固的焊接支架, 炉体安装在静止或带脚轮的控制柜上。



在用于真空或保护气氛环境下，管式炉可选装如图所示的外壳。并且可同时配两路气氛。



我们设计制作了一种针对既可水平也可以垂直放置炉子的支架，保证了炉子在任何位置都可安全稳定的工作。



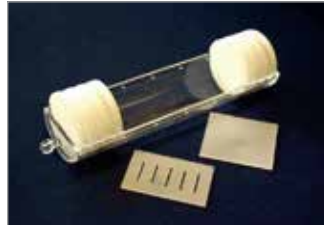
可选配快速密封法兰



我们提供各种尺寸和材质的样品舟和坩埚。



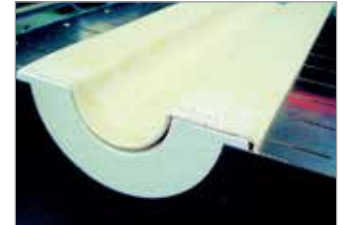
真空泵或带相应测量技术的真空泵系统。



根据客户的要求我们开发了用于各种材料晶片或样本附件的样品装载舟。



用于实验室中保护气氛供气面板及安装组件。



对于开合式管式炉，我们可提供坚固耐用的陶瓷盖板，用来保护加热元件及放置样品。

工作管密封端塞

气氛或者真空条件下时，工作管需要配密封端塞，真空度在 10^{-6} mbar。不锈钢密封端塞只可用于加长工作管。适用工作管外径如下：32, 46, 60, 70, 86, 100, 111, 150, 165 mm。其他规格可付费定制。

以下附件可配合密封端塞使用：盲板，通气孔（入口/出口），真空法兰（NW16, NW25或NW40）和热电偶插孔（ $\varnothing 1.5$ mm, 3mm和10mm）。如密封端塞直径足够大，可组合装配上述零件，例如通气孔+热电偶插孔组合。密封端塞设计为可与隔热保温塞或防辐射屏蔽塞组合使用。水冷密封端塞可根据要求提供。为了支撑密封端塞的重量，推荐使用工作管支架。



通气孔（入口/出口）



NW40真空法兰



热电偶插孔（1.5毫米）

工作管材质	工作管材质	适用于	气氛环境下最高温度°C	真空环境下最高温度°C	最大内径[mm]	最高加热速率[K/h]
Sillimanite (Al ₂ O ₃) 5 30	氧化铝 (530)	管式炉	1500	不可用	200	600
Pythagoras 6 10	氧化铝 (610)	管式炉	1450	1450	100	< 300
Alsinth 799	氧化铝 (799)	管式炉	1800	1450	100	< 300
石英	石英	管式炉, GLO炉 根据要求提供	1050	1050	根据需要	最大加热速率
APM (铬铁铝合金)	铬铁铝合金	管式炉, GLO	1250	1200	180	最大加热速率
铬镍铁合金 600	镍铬合金	管式炉, GLO	1100	750	根据需要	最大加热速率
1.4841	耐热钢	管式炉, GLO	1100	600	根据需要	最大加热速率

管式炉可配不同类型的工作管。与工作管配合使用的配件，见表格。

索引

型号	简介	页码
A		
AZ	八段管式炉1300°C	24
B		
BV-HTRV	布里奇曼晶体生长炉1800°C	56
E		
EBO	排胶炉120°C	14
F		
F	管式炉1350°C	22
F-A	开合式管式炉1300°C	23
G		
GLO	退火炉1100°C	16
H		
HB	钟罩炉1800°C	46
HBO	真空钟罩式金属炉2200°C	42
HTBL	底部装载式高温真空炉2200°C	48
HTK	高温箱式炉2200°C	34

型号	简介	页码
HTKE	高温箱式炉1800°C	40
HTRH	高温水平管式炉1800°C	28
HTRH-H₂	高温氢气管式炉1600°C	32
HTRV	高温垂直管式炉1800°C	30
HTRV-A	开合式垂直管式炉1700°C	31
L		
LHT	实验室高温炉3000°C	52
P		
PDS	分压烧结炉1450°C	58
V		
VL	钎焊管式炉1050°C	20